

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JÉSSICA TEIXEIRA

COMPARAÇÃO DA FUNÇÃO, ARQUITETURA E COMPOSIÇÃO  
MUSCULAR DE CORREDORES MÁSTERS DE LONGAS DISTÂNCIAS  
COM IDOSOS FISICAMENTE ATIVOS, IDOSOS  
INSUFICIENTEMENTE ATIVOS E JOVENS ATIVOS.

CURITIBA

2025

JÉSSICA TEIXEIRA

COMPARAÇÃO DA FUNÇÃO, ARQUITETURA E COMPOSIÇÃO  
MUSCULAR DE CORREDORES MÁSTERS DE LONGAS DISTÂNCIAS  
COM IDOSOS FISICAMENTE ATIVOS, IDOSOS  
INSUFICIENTEMENTE ATIVOS E JOVENS ATIVOS.

Tese apresentada ao curso de pós-graduação em Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito à obtenção do título de Doutora em Educação Física.

Orientador: Drº Paulo Cesar Barauce Bento.

CURITIBA

2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Teixeira, Jéssica

Comparação da função, arquitetura e composição muscular de corredores másters de longas distâncias com idosos fisicamente ativos, idosos insuficientemente ativos e jovens ativos / Jéssica Teixeira. – Curitiba, 2025.

1 recurso on-line : PDF.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

Orientador: Drº Paulo Cesar Barauce Bento.

1. Sistema musculoesquelético. 2. Exercício físico. 3. Corredores (Esportes). 4. Corrida de maratona. 5. Idosos. I. Bento, Paulo Cesar Barauce, 1963-. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO FÍSICA -  
40001016047P0

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação EDUCAÇÃO FÍSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **JÉSSICA TEIXEIRA**, intitulada: **COMPARAÇÃO DA FUNÇÃO, ARQUITETURA E COMPOSIÇÃO MUSCULAR DE CORREDORES MÂSTERS DE LONGAS DISTÂNCIAS COM IDOSOS FISICAMENTE ATIVOS, IDOSOS INSUFICIENTEMENTE ATIVOS E JOVENS ATIVOS**, sob orientação do Prof. Dr. PAULO CESAR BARAUCE BENTO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutora está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 25 de Agosto de 2025.

Assinatura Eletrônica

03/09/2025 12:48:26.0

PAULO CESAR BARAUCE BENTO

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

10/10/2025 11:29:32.0

ANDERSON CAETANO PAULO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO  
PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

31/08/2025 17:27:54.0

ADRIANO EDUARDO LIMA DA SILVA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO  
PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

10/10/2025 12:25:02.0

RAUL OSIECKI

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Novo Edifício do Departamento de Educação Física - Campus Centro Politécnico - Curitiba - Paraná - Brasil

CEP 81531-980 - Tel: 41 - E-mail: pgedf@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 479086

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://siga.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>  
e insira o código 479086

## RESUMO

O objetivo geral deste estudo foi analisar as variáveis da função, arquitetura e composição muscular dos músculos vasto lateral e gastrocnêmio lateral de corredores masters de longas distâncias e comparar a idosos fisicamente ativos, insuficientemente ativos e jovens ativos. Foram selecionados 20 sujeitos para cada grupo: idosos  $\geq 60$  anos (idosos corredores de longas distâncias, idosos fisicamente ativos e idosos insuficientemente ativos), além dos jovens ativos (entre 18 a 35 anos). A coleta foi realizada em 8 dias: no primeiro dia foi realizada: 1) avaliação antropométrica e preenchimento do questionário de treinamento; 2) avaliada a composição e arquitetura muscular dos músculos vasto lateral e gastrocnêmio lateral por meio do aparelho de ultrassom; 3) realizado o teste isométrico de contração voluntária máxima dos extensores do joelho e plantiflexores do tornozelo; 4) entrega e explicação do uso do acelerômetro. Do segundo dia ao oitavo dia de coleta foi o tempo de uso do acelerômetro totalizando 7 dias consecutivos com monitoramento via whatsapp. Para verificação da normalidade dos dados foi utilizado o teste Kolmogorov-Smirnov. Para comparação entre os grupos, foi utilizada a análise de variância (ANOVA - ONE WAY) seguida de post hoc de Bonferroni. Para a associação entre nível de atividade física e variáveis musculares do grupo geral de idosos foi utilizado o teste de correlação Pearson (paramétrico) e Spearman (não-paramétrico). Como resultados, o grupo de corredores não apresentou diferença em relação ao pico de torque dos extensores do joelho quando comparado aos seus pares da mesma idade, somente o grupo de jovens apresentou maior pico de torque que todos os grupos de idosos. Já em relação ao pico de torque dos plantiflexores do tornozelo não houve diferença significativa entre os grupos. A respeito das variáveis da arquitetura muscular, os idosos corredores e jovens ativos apresentaram valores similares entre si na espessura muscular e maior espessura quando comparados aos insuficientemente ativos, mas não em relação aos fisicamente ativos. Na área de secção transversa, o grupo de corredores se assemelhou aos jovens e o grupo de jovens apresentou maior área de secção transversa que os fisicamente e insuficientemente ativos. Além disso, não foram encontradas diferenças estatísticas nas demais variáveis da arquitetura muscular do vasto lateral e nenhuma diferença nas variáveis do gastrocnêmio lateral. Já na composição muscular, o grupo de jovens apresentou menor infiltração de gordura e tecido não contrátil tanto no vasto lateral quanto no gastrocnêmio lateral na comparação com todos os grupos de idosos. Por fim, com relação ao nível de atividade física e às correlações com as variáveis musculares do grupo geral de idosos, foram encontradas associações fracas. Como conclusão, os corredores apresentaram maior área de secção transversa do vasto lateral que seus pares da mesma idade e valores similares aos jovens, mas não houve diferença com os fisicamente ativos na espessura muscular, podendo-se assumir que o treinamento ao longo da vida pode proporcionar adaptações musculares que favorecerão uma melhor qualidade de vida na velhice, mas ser fisicamente ativo pode ser suficiente também. Em contrapartida, a infiltração de gordura e tecido não contrátil que ocorre com o avanço da idade ocorrerá independentemente da prática de atividade física.

Palavras-chave: Sistema Musculoesquelético. Nível de atividade física. Corredores masters de longas distâncias.



## ABSTRACT

The general objective of this study was to analyze the function, architecture, and muscle composition variables of the vastus lateralis and lateral gastrocnemius muscles of master long-distance runners and compare them with those of physically active, insufficiently active, and young active individuals. Twenty subjects were selected for each group: elderly individuals  $\geq 60$  years old (elderly long-distance runners, physically active elderly individuals, and insufficiently active elderly individuals), as well as young active individuals (aged 18 to 35). Data collection was conducted over eight days: on the first day, the following were performed: 1) anthropometric assessment and completion of the training questionnaire; 2) assessment of the muscle composition and architecture of the vastus lateralis and lateral gastrocnemius muscles using an ultrasound device; 3) an isometric maximal voluntary contraction test of the knee extensors and ankle plantar flexors; and 4) delivery and explanation of accelerometer use. From the second to the eighth day of data collection, the accelerometer was used for a total of seven consecutive days with monitoring via WhatsApp. The Kolmogorov-Smirnov test was used to verify data normality. One-way analysis of variance (ANOVA) followed by Bonferroni's post hoc test was used for comparison between groups. The Pearson (parametric) and Spearman (non-parametric) correlation tests were used to determine the association between physical activity level and muscle variables in the general elderly group. The results showed that the runner group showed no difference in peak torque of the knee extensors when compared to their age-matched peers; only the young group had higher peak torque than all the elderly groups. Regarding peak torque of the ankle plantar flexors, there was no significant difference between the groups. Regarding muscle architecture variables, the active elderly runners and young individuals presented similar values in muscle thickness and greater thickness when compared to the insufficiently active, but not compared to the physically active group. In cross-sectional area, the runner group resembled the young individuals, and the young group had a larger cross-sectional area than the physically and insufficiently active individuals. Furthermore, no statistical differences were found in the other variables of the vastus lateralis muscle architecture, nor in the lateral gastrocnemius variables. Regarding muscle composition, the young group showed less fat infiltration and non-contractile tissue in both the vastus lateralis and the lateral gastrocnemius muscles compared to all older groups. Finally, regarding physical activity level and correlations with muscle variables in the general older group, weak associations were found. In conclusion, runners had a larger cross-sectional area of the vastus lateralis than their age-matched peers and similar values to those of the young group. However, there was no difference in muscle thickness compared to the physically active group. It can be assumed that lifelong training can provide muscular adaptations that will favor a better quality of life in old age, but being physically active may also be sufficient. Conversely, the infiltration of fat and non-contractile tissue that occurs with advancing age will occur independently of physical activity.

**Keywords:** Musculoskeletal system. Physical activity level. Masters long-distance runners.

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todos que contribuíram para minha formação, seja me auxiliando na busca por voluntários, na realização das coletas ou no apoio incondicional para que eu pudesse concluir esse processo. Ter uma base familiar e de amigos faz total diferença.

Em memória de Dalgema Leonor Nascimento, minha avó falecida em 03 de setembro de 2024, reta final do meu doutorado. Onde estiver, espero ter dado orgulho pra senhora sendo a primeira pessoa da família com um doutorado.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela minha vida, bênção e proteção.

A minha família por todo o incentivo, apoio e por me ajudarem a traçar o caminho correto, por estarem sempre presentes e acreditaram em mim.

Aos meus amigos por me apoiarem nos momentos difíceis, sempre fornecendo palavras de conforto e dando todo o carinho possível, em especial a Thais Canesin e a Franciele Heldeberg que se fizeram presentes – literalmente – para que eu pudesse escrever e finalizar essa tese. Que sorte a minha ter vocês.

As minhas amigas do crossfit, da trilhadelas e aos meus familiares que me auxiliaram na busca por voluntários. Sem o apoio de vocês eu não conseguiria fechar minha amostra.

A minha nova vizinha Carla que chegou em meio ao caos e se tornou uma grande amiga. E a Flavia que tornou esses últimos meses mais fáceis de lidar pela leveza e felicidade que me traz.

A Bia que me arrastou para os treinos e levou bolinhos/mimos para tornar meu dia mais especial.

Aos meus colegas de laboratório, em especial ao Erick pelas conversas no início do processo, a Isa pelo auxílio nas análises do acelerômetro e a Alline que me ouviu e me auxiliou na reta final.

Aos meninos Lucas Zen e Leonardo Teresin que me auxiliaram nas coletas. Mas em especial ao Leo que esteve presente em todos os momentos, deixando de lado vários compromissos e dificuldades pessoais para não soltar minha mão nessa caminhada. Sem você não seria possível a realização dessa pesquisa.

Ao meu orientador Paulo Bento por ter confiado no meu trabalho tanto no mestrado quanto no doutorado e por toda orientação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que direta e indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.



## EPÍGRAFE

“Vê mais longe a gaivota que voa mais alto”.

– Fernão Capelo Gaivota

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1. Fluxograma relacionado a estruturação da tese .....                                                                                                   | 15 |
| FIGURA 2. Aparelho de acelerômetro da marca <i>Actigraph</i> , MODELO GT3X ...                                                                                  | 46 |
| FIGURA 3. Classificação do nível de atividade física pela quantidade de passos.....                                                                             | 47 |
| FIGURA 4. Ultrassom Konica Minolta®, modelo Sonimage HS1 .....                                                                                                  | 49 |
| FIGURA 5. Gabarito da marcação para avaliação ultrassonográfica do vasto lateral (VL) .....                                                                     | 49 |
| FIGURA 6. Gabarito da marcação para avaliação ultrassonográfica do gastrocnêmio lateral (GL) .....                                                              | 50 |
| FIGURA 7. Medidas arquitetônicas (AP= ângulo de penação; CF= comprimento do fascículo; EM= espessura muscular) do vasto lateral (VL).....                       | 51 |
| FIGURA 8. Área de secção transversa do vasto lateral (VL).....                                                                                                  | 51 |
| FIGURA 9. Medidas arquitetônicas (AP= ângulo de penação; CF= comprimento do fascículo; EM= espessura muscular) do gastrocnêmio lateral (GL).....                | 51 |
| FIGURA 10. Área de secção transversa do gastrocnêmio lateral (GL).....                                                                                          | 52 |
| FIGURA 11. Representação do histograma da intensidade do eco dentro da AST dos músculos vasto lateral e gastrocnêmio lateral .....                              | 52 |
| FIGURA 12. Dinamômetro isocinético <i>Biodex Medical System</i> , EUA .....                                                                                     | 54 |
| FIGURA 13. Posicionamento do sujeito para realização da CIVM do extensor do joelho direito no Dinamômetro isocinético <i>Biodex Medical System</i> , EUA .....  | 55 |
| FIGURA 14. Posicionamento do sujeito para realização da CIVM do flexor plantar do tornozelo no Dinamômetro isocinético <i>Biodex Medical System</i> , EUA ..... | 56 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 1. Classificação da intensidade de atividade física (HENDELMAN <i>et al.</i> , 2000) .....                                                                                                                                 | 46 |
| TABELA 2. Classificação do índice de massa corporal (IMC) .....                                                                                                                                                                   | 48 |
| TABELA 3. Valores do coeficiente de variação, erro típico de medida e correlação intraclassa.....                                                                                                                                 | 53 |
| TABELA 4. Variáveis antropométricas (média e desvio padrão) e escolaridade dos idosos corredores (IC), idosos fisicamente ativos (IFA), idosos insuficientemente ativos (IIA) e jovens ativos (JA).....                           | 59 |
| TABELA 5. Rotina de treinamento dos idosos corredores.....                                                                                                                                                                        | 60 |
| TABELA 6. Modalidades praticadas pelos grupos de idosos fisicamente ativos (IFA), idosos insuficientemente ativos (IIA) e jovens ativos (JA).....                                                                                 | 61 |
| TABELA 7. Variáveis do acelerômetro (gasto calórico, nível de intensidade e quantidade de passos) dos grupos de idosos corredores, idosos fisicamente ativos, idosos insuficientemente ativos e jovens ativos.....                | 62 |
| TABELA 8. Pico de torque na contração isométrica máxima dos extensores do joelho (VL) e plantiflexores do tornozelo (GL) dos grupos de idosos (IC, IFA, IIA) e jovens (JA).....                                                   | 63 |
| TABELA 9. Variáveis da arquitetura muscular dos músculos vasto lateral (VL) e gastrocnêmio lateral (GL) (média e desvio padrão).....                                                                                              | 64 |
| TABELA 10. Composição muscular dos grupos IC, IFA, IIA e JA (média e desvio padrão).....                                                                                                                                          | 64 |
| TABELA 11. Correlação das variáveis do nível de atividade física com as variáveis da função muscular (PT e PT/AST), arquitetura muscular (AST, CF, EM e AP) e composição muscular (IE) do vasto lateral dos 60 idosos.....        | 65 |
| TABELA 12. Correlação das variáveis do nível de atividade física com as variáveis da função muscular (PT e PT/AST), arquitetura muscular (AST, CF, EM e AP) e composição muscular (IE) do gastrocnêmio lateral dos 60 idosos..... | 66 |

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ACSM – Colégio Americano de Ciências do Esporte  
AIVD – Atividades instrumentais da vida diária  
AP – Ângulo de penação  
AST – Area de secção transversa  
CECOM – Centro de Estudos do Comportamento Motor  
CF – Comprimento do fascículo  
CV – Coeficiente de variação  
CVIM – Contração voluntária isométrica máxima  
EM – Espessura muscular  
ETM – Erro típico de medida  
FCmax – Frequência cardíaca máxima  
GCM – corredores masters de longas distâncias  
GIA – idosos fisicamente ativos  
GIS – idosos sedentários  
GJA – jovens fisicamente ativos  
GL – Gastrocnêmio lateral  
ICC – Correlação intraclassa  
IE – Intensidade do eco  
IMC – Índice de massa corporal  
IPAQ – Questionário Internacional de atividade física  
Kg – massa corporal  
M - Estatura  
METs – Calorimetria indireta  
OMS – Organização Mundial da Saúde  
ONU – Organização das Nações Unidas  
PACE – ritmo de movimentos  
PNS – Pesquisa Nacional de Saúde  
PQ – Pico de torque  
QF – Quadríceps femoral  
RM – Ressonância magnética  
TC – Tomografia computadorizada

TS – Tríceps sural

UM – Unidades motoras

VL – Vasto lateral

VO2max – Consumo máximo de oxigênio

## SUMÁRIO

|             |                                                                              |           |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b>   | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                      | <b>18</b> |
| <b>2.</b>   | <b>OBJETIVOS E HIPOTHESES DA PESQUISA .....</b>                              | <b>22</b> |
| <b>2.1.</b> | <b>Objetivo Geral .....</b>                                                  | <b>22</b> |
| <b>2.3.</b> | <b>Hipóteses .....</b>                                                       | <b>23</b> |
| <b>3.</b>   | <b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>                                           | <b>24</b> |
| <b>3.1.</b> | <b>ASPECTOS GERAIS DO ENVELHECIMENTO .....</b>                               | <b>24</b> |
| <b>3.2.</b> | <b>JOVENS ATIVOS COMO GRUPO CONTROLE .....</b>                               | <b>26</b> |
| <b>3.3.</b> | <b>ATLETAS MASTERS COMO POPULAÇÃO MODELO .....</b>                           | <b>27</b> |
| <b>3.4.</b> | <b>IDOSOS FISICAMENTE ATIVOS E SEDENTÁRIOS .....</b>                         | <b>29</b> |
| <b>3.5.</b> | <b>ALTERAÇÕES ESTRUTURAIS NO SISTEMA MUSCULAR COM O ENVELHECIMENTO .....</b> | <b>31</b> |
| 3.5.1.      | Função muscular.....                                                         | 32        |
| 3.5.2.      | Arquitetura muscular .....                                                   | 34        |
| 3.5.3.      | Composição Muscular.....                                                     | 38        |
| <b>3.6.</b> | <b>SOBRECARGA DE TREINAMENTO EM PESSOAS MAIS VELHAS .....</b>                | <b>40</b> |
| <b>4.</b>   | <b>METODOLOGIA .....</b>                                                     | <b>44</b> |
| <b>4.1.</b> | <b>Estudo transversal .....</b>                                              | <b>44</b> |
| 4.1.1.      | Participantes .....                                                          | 44        |
| 4.1.1.1.    | Cálculo amostral.....                                                        | 44        |
| 4.1.1.2.    | Corredores masters de longas distâncias.....                                 | 44        |
| 4.1.1.3.    | Idosos fisicamente ativos.....                                               | 45        |
| 4.1.1.4.    | Idosos sedentários ou insuficientemente ativos.....                          | 45        |
| 4.1.1.5.    | Jovens fisicamente ativos.....                                               | 46        |
| 4.1.2.      | Instrumentos e procedimentos da coleta de dados .....                        | 46        |
| 4.1.2.1.    | Cronologia da pesquisa: .....                                                | 46        |
| 4.1.2.2.    | Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) versão curta:.....     | 47        |
| 4.1.2.3.    | Questionário sobre rotina de treinamento/competições: .....                  | 47        |
| 4.1.2.4.    | Controle da intensidade de treinamento e nível de atividade física: .....    | 47        |
| 4.1.2.5.    | Antropometria: .....                                                         | 49        |
| 4.1.2.6.    | Arquitetura muscular e composição muscular: .....                            | 50        |



|                                                                          |            |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.1.2.7. Função muscular:.....                                           | 55         |
| <b>4.2.     Análise estatística .....</b>                                | <b>59</b>  |
| <b>5.       RESULTADOS .....</b>                                         | <b>60</b>  |
| <b>6.       DISCUSSÃO.....</b>                                           | <b>69</b>  |
| <b>6.1.     Nível de atividade física e a função muscular.....</b>       | <b>70</b>  |
| <b>6.2.     Nível de atividade física e a arquitetura muscular .....</b> | <b>72</b>  |
| <b>6.3.     Nível de atividade física e composição muscular .....</b>    | <b>74</b>  |
| <b>7.       CONCLUSÃO .....</b>                                          | <b>775</b> |
| <b>8.       REFERÊNCIAS.....</b>                                         | <b>78</b>  |

## **ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DA TESE DE DOUTORADO**

A presente tese de doutorado será composta por uma introdução geral contextualizando o problema, seguidos dos objetivos e hipóteses da pesquisa. Na sequência a revisão geral de literatura abordando o estado da arte no tema. A metodologia será composta pelos meios avaliativos do estudo, cujo objetivo é identificar a efetividade do treinamento de corrida de longas distâncias realizadas ao longo da vida nas variáveis da função, arquitetura e composição muscular em corredores masters, comparando o nível de atividade física desses atletas com idosos insuficientemente ativos, idosos fisicamente ativos e jovens ativos. Após a finalização da coleta de dados o estudo apresentará os resultados, discussão e conclusão. A tese ainda apresentará a lista de referências em ordem alfabética, anexos e/ou apêndices.

A seguir apresento a exemplificação da estruturação da tese por meio de um fluxograma:



**FIGURA 1.** Fluxograma relacionado a estruturação da tese.

## 1. INTRODUÇÃO

Indivíduos mais velhos que apresentam altos níveis de treinamento físico e sistematizado visando a participação em eventos competitivos são chamados de atletas masters (LOUIS *et al.*, 2012; REABURN; DASCOMBE, 2008) e são considerados como população modelo para um envelhecimento saudável (HAWKINS; WISWELL; MARCEL, 2011; STENROTH *et al.*, 2016).

Isso porque, segundo estudos, por adotarem um estilo de vida ativo esses atletas apresentam nível de atividade física superior aos seus pares da mesma idade não atletas (MCKENDRY *et al.*, 2018; TRAPPE; LINDQUIST; CARRITHERS, 2017) o que favorece a menor incidência de doenças relacionadas ao sedentarismo e também do uso contínuo de medicamentos (CLIMSTEIN *et al.*, 2019).

Um dos esportes praticados por essa população e que teve grande notoriedade na última década devido a sua praticidade e baixo custo é a corrida de rua (DE LEEUW; MEERHOFF; KNOBBE, 2018; GANSE *et al.*, 2018; WILLY; PAQUETTE, 2019). Em 2024 no Brasil houve uma crescente de 29% na prática da corrida, sendo mais de 14 milhões de praticantes (CBAT, 2025). Nesse mesmo ano, em Curitiba, a Maratona de Curitiba foi a maior edição da história do evento, com o mais alto número de participantes desde a criação, em 1997, sendo mais de 13 mil participantes (PMC, 2025).

Especificamente, os corredores masters de longas distâncias são aqueles que correm distâncias superiores a 5.000 metros e normalmente possuem altos volumes de treinamento (DEGENS *et al.*, 2013; KNECHTLE *et al.*, 2012; KORHONEN *et al.*, 2006). Estima-se que um corredor percorra pelo menos 32 quilômetros por semana (CLANSEY *et al.*, 2016) e encontrar corredores que fazem quase 90 km semanais está longe de ser excepcional (KNECHTLE, 2012).

Dentre as modificações relacionadas ao envelhecimento que podem afetar tanto o desempenho dos corredores masters quando a mobilidade da marcha em idosos não atletas estão as alterações musculares, especialmente nos membros inferiores (TICINESI *et al.*, 2017). Por exemplo, o músculo vasto lateral localizado na coxa é um dos principais músculos que atuam na corrida sendo responsável pela a frenagem após o contato inicial dos pés com o solo (HAMNER; SETH, DELP, 2010). Já o músculo gastrocnêmio localizado na

panturrilha é um dos músculos responsáveis pela fase de propulsão no movimento de passada do corredor (HAMNER; SETH, DELP, 2010). A falha mecânica desses grupos musculares podem propiciar a queda no desempenho esportivo dos corredores masters (WILLY; PAQUETTE, 2019) e causar alterações na velocidade da marcha, ocasionando maiores riscos de tropeços e quedas em idosos não atletas (TICINESI *et al.*, 2017).

Uma das alterações que ocorre com o envelhecimento é a redução da massa muscular (FRAGALA, KENNY & KUCHEL, 2015; POWER; DALTON; RICE, 2013), podendo estar relacionada a diversos fatores, como alterações na morfologia do músculo desde a atrofia das fibras musculares, infiltração de tecido não contrátil no músculo, diminuição de unidades motoras, redução da área de secção transversa, comprimento do fascículo, ângulo de penação, dentre outras (AAGAARD *et al.*, 2007; CHAMBERS *et al.*, 2019; FRAGALA *et al.*, 2015; GOODPASTER *et al.*, 2001; KATZEL; SORKIN; FLEG, 2001; ROZAND *et al.*, 2019; SIPILA; SUOMINEN, 1991; SOLIANIK *et al.*, 2017; STENROTH *et al.*, 2016). Isso pode influenciar em mudanças significativas na produção de força muscular, tendo a velocidade contrátil do musculo afetada e consequentemente um tempo maior para atingir a força máxima (REID *et al.*, 2014).

Outro fator que pode influenciar na redução da massa muscular e também da força são as alterações na arquitetura muscular, composta pela área de secção transversa, comprimento do fascículo, ângulo de penação e espessura muscular (KUBO *et al.*, 2003; MCKENDRY *et al.*, 2018). Adicionalmente, a composição muscular que se define pela infiltração de tecido não contrátil no músculo (GOODPASTER *et al.*, 2008), quando sofre alterações advindas do avanço da idade, também podem prejudicar a função muscular (MARCELL, HAWKINS & WISWELL, 2014).

Em virtude disso, alguns estudos indicam que a corrida como forma de treinamento aeróbio pode favorecer a manutenção do sistema muscular com o avanço da idade (DUBÉ *et al.*, 2016; MILLER; CALLAHAN, TOTH, 2014), entretanto não há consenso sobre o tema. Isso porque outros estudos mencionam a corrida de resistência como um treinamento insuficiente para atenuar as modificações advindas com o envelhecimento, sendo necessário um treinamento complementar com exercícios de fortalecimento e força para

preservação da função muscular (KARAMANIDIS; ARAMPATZIS, 2006; MARCELL *et al.*, 2014).

De fato, a maioria dos estudos relacionados ao treinamento de corrida visam analisar os efeitos agudos da modalidade e não a efetividade do treinamento relacionado a preservação da arquitetura, composição e função muscular. Esses efeitos agudos podem estar atrelados a parâmetros cinemáticos (como fase de aceleração, velocidade e ritmo de prova) e fadiga em protocolos de exaustão (BORGES, 2018; CLANSEY *et al.*, 2016; DE LEEUW; MEERHOFF; KNOBBE, 2018; THOMPSON, 2017), relacionados às variáveis metabólicas como consumo máximo de oxigênio, limiar de lactato e economia na corrida (BEATTIE *et al.*, 2017; BLAGROVE *et al.*, 2018; CLANSEY *et al.*, 2016; DUBÉ *et al.*, 2016; HERBERT *et al.*, 2017; RANSELL; VENER; HUBERTY, 2009; REABURN; DASCOMBE, 2008; TANAKA; SEALS, 2008; TANJI *et al.*, 2016; SEFFRIN *et al.*, 2023) ou lesões musculoesqueléticas relacionadas ao treinamento (FOKKEMA *et al.*, 2020; SANZ-LOPES *et al.*, 2016).

Em contrapartida, grande parte dos estudos que abordaram questões da função neuromuscular em corredores masters não permitem avaliar os efeitos da corrida isoladamente, isso porque alguns utilizaram o treinamento de força como forma de intervenção para esses atletas (BEATTIE *et al.*, 2017; BLAGROVE *et al.*, 2018; FESTA *et al.*, 2020), não separaram os atletas por modalidades de velocidade, potência e resistência (POWER *et al.*, 2016; PIASECKI *et al.*, 2020) ou corredores de longas distâncias com atletas de outras modalidades como ciclismo, caminhada e natação (MARCELL *et al.*, 2014; SIPILA; SUOMINEN, 1991). Além disso, outros estudos não separaram homens e mulheres no grupo (MAJAJ *et al.*, 2020; RAMZI *et al.*, 2020; TAVEIRA *et al.*, 2021) e questões hormonais como a diminuição dos níveis de estrogênio podem afetar o sistema musculoesquelético das mulheres, como diminuição da massa muscular, da força e do desempenho esportivo em comparação aos homens (MALTAIS *et al.*, 2009).

Por fim, os poucos estudos que avaliaram apenas corredores enfatizaram a função muscular (pico de torque), poucos avaliaram arquitetura e composição muscular e menos ainda associando os aspectos musculares ao treinamento crônico da corrida (MARCELL *et al.*, 2014; MIKKELSEN *et al.*, 2013; POWER *et al.*, 2016; TAVEIRA *et al.*, 2021).

Diante disso, também é necessário considerar que os atletas masters representam uma ínfima parcela da população com mais de 60 anos que permanecem muito ativa e que infelizmente aproximadamente metade dos idosos não atingem as recomendações mínimas de 150 minutos para a prática de atividade física semanal (OMS, 2020). No Brasil, um estudo indicou que 64,7% da população adulta não atingiu o nível de atividade física recomendado (MALTA *et al.*, 2014). Entretanto, existe uma parcela da população considerada como fisicamente ativos que são aqueles que cumprem a recomendação mínima da prática de atividade física, que podem apresentar função neuromuscular preservada se comparados com os idosos sedentários (BRAUER *et al.*, 2023, MACKEY *et al.*, 2014; SHUR *et al.*, 2021), porém ainda é inconclusivo.

Isso porque o nível de atividade diária em idosos varia consideravelmente, podendo produzir uma ampla gama de valores que são superestimados devido à falta de medição da atividade física habitual dessa população (QUILAN *et al.*, 2018) ou pela maioria dos estudos quantificar o volume/nível de atividade física por autorrelato e não com o uso de acelerômetros que são medidas mais objetivas e reais (BATT *et al.*, 2013; HERNANDO *et al.*, 2020).

Portanto, parece que níveis adequados de atividade física podem ser suficientes para manter uma capacidade física e funcional no envelhecimento, mas ainda existem lacunas a serem preenchidas. Deste modo, o presente estudo pretende justamente identificar a efetividade do treinamento de corrida de longas distâncias realizadas ao longo da vida na função, arquitetura e composição muscular de corredores masters, comparando o nível de atividade física desses atletas com idosos sedentários, idosos fisicamente ativos e jovens ativos.

## **2. OBJETIVOS E HIPOTHESES DA PESQUISA**

### **2.1. Objetivo Geral**

Analisar as variáveis da função, arquitetura e composição muscular dos músculos vasto lateral e gastrocnêmio lateral de corredores masters de longas distâncias e comparar a idosos fisicamente ativos, insuficientemente ativos e jovens ativos.

### **2.2. Objetivos Específicos**

Comparar as variáveis da função muscular do vasto lateral e do gastrocnêmio lateral de corredores master de longas distâncias com idosos fisicamente ativos, idosos sedentários e jovens fisicamente ativos.

Comparar as variáveis da arquitetura muscular do vasto lateral e do gastrocnêmio lateral de corredores master de longas distâncias com idosos fisicamente ativos, idosos sedentários e jovens fisicamente ativos.

Comparar as variáveis da composição muscular do vasto lateral e do gastrocnêmio lateral de corredores master de longas distâncias com idosos fisicamente ativos, idosos sedentários e jovens fisicamente ativos.

Correlacionar o nível de atividade física dos idosos com as variáveis da função muscular, arquitetura muscular e composição muscular.



### **2.3. Hipóteses**

H1. As alterações relacionadas a idade na função muscular, arquitetura e composição muscular dos corredores masters de longas distâncias são minimizadas com o treinamento crônico de corrida ao longo da vida.

H2. Os corredores masters de longas distâncias apresentarão melhores condições da função muscular, arquitetura e composição muscular em relação aos idosos fisicamente ativos e insuficientemente ativos.

H3. Os corredores masters de longas distâncias apresentarão condições similares da função muscular, arquitetura e composição aos homens jovens.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. ASPECTOS GERAIS DO ENVELHECIMENTO

Com base nas projeções da Organização das Nações Unidas (ONU) (ALVES, 2019) a respeito do envelhecimento, o número de idosos acima de 65 anos era de 129 milhões em 1950, passando de 422 milhões para 2020 e deve alcançar 2,5 bilhões em 2100. Em termos percentuais, em 1950 a população idosa acima de 65 anos representava 5,1% do total de habitantes, passando para 6,5% em 2020 (ALVES, 2019) e estima-se que em 2050 essa prevalência chegue ao valor de 22% de pessoas idosas no mundo (SILVA *et al.*, 2023).

A partir dessa perspectiva, o aumento da expectativa de vida não reflete necessariamente um envelhecimento saudável (GANSE *et al.*, 2018; SEALS; JUSTICE; LAROCCA, 2016). Entende-se por envelhecimento um processo inerente a todos os seres vivos podendo refletir na capacidade de adaptação a situações da vida diária e variando de um indivíduo para o outro, pois está relacionado a fatores genéticos, nutrição e estilo de vida (VERAS, 2009; ZAMPIERI *et al.*, 2015). E pode ser classificado como envelhecimento natural ou primário, este sendo relacionado a processos fisiológicos e genéticos que pode afetar na qualidade de vida e funcionalidade (BOOTH; LAYE; ROBERTS, 2011) e envelhecimento patológico ou secundário tendo o aceleração desses processos devido ao acometimento de doenças como síndromes cardiovasculares, anormalidades metabólicas, distúrbios sensoriais e cognitivos e outras (GLATT *et al.*, 2019; GREMEAUX *et al.*, 2012; LAKATTA; LEVY, 2003).

Exemplos de modificações advinda com o envelhecimento natural podem estar presentes no sistema cardiorrespiratório como diminuição do consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>max), redução da frequência cardíaca máxima (FCmax), do volume de ejeção sanguíneo, do débito cardíaco máximo e na capacidade de transporte de O<sub>2</sub> (BORGES *et al.*, 2016; GRIES *et al.*, 201; KATZEL; SORKIN. FLEG, 2001; RANSELL; VENER; HUBERTY, 2009; SEALS; JUSTICE; LAROCCA, 2016; WILLY; PAQUETTE, 2019) que afetam diretamente a aptidão aeróbia, seja para o desempenho esportivo dos atletas quanto na atividade da vida diária de idosos (CHAMBERS *et al.*, 2019; MCKENDRY *et al.*, 2018).

Adicionalmente podem ocorrer mudanças no sistema musculoesquelético como atrofia das fibras musculares, diminuição da massa muscular, infiltração de tecido não contrátil no músculo, diminuição da ativação voluntária, diminuição de unidades motoras, redução da área de secção transversa, comprimento do fascículo e ângulo de penetração podendo ocasionar redução da força e potência (AAGAARD *et al.*, 2007; CHAMBERS *et al.*, 2019; FRAGALA *et al.*, 2015; GOODPASTER *et al.*, 2001; KATZEL; SORKIN; FLEG, 2001; ROZAND *et al.*, 2019; SIPILA; SUOMINEN, 1991; SOLIANIK *et al.*, 2017; STENROTH *et al.*, 2016).

Essas alterações musculares refletem diretamente no desempenho esportivo dos atletas corredores masters e no aparecimento de lesões relacionadas ao treinamento (SANZ-LÓPEZ *et al.*, 2016; THOMPSON *et al.*, 2017), também favorece a modificações no controle postural e redução na mobilidade de idosos, interferindo em atividades da vida diária como levantar e sentar de uma cadeira, subir e descer escadas, dentre outras, apresentando maior propensão ao risco de quedas e comorbidades (FRIED *et al.*, 2004; SEALS; JUSTICE; LARocca, 2016; TICINESI *et al.*, 2018; NISHIHARA *et al.*, 2018).

Sendo assim, pensando no envelhecimento saudável, autores consideram uma terceira classificação sendo o envelhecimento bem-sucedido (GANSE *et al.*, 2018; HAWKINS; WISWELL; MARCELL, 2011; HEO *et al.*, 2013; TANAKA; SEALS, 2008) que se refere a manutenção do bem estar físico e mental garantindo a independência funcional e sendo livre de doenças crônicas (GREMEAUX *et al.*, 2012; MCKENDRY *et al.*, 2018; ZAMPIERI *et al.*, 2015) proveniente da adoção de um estilo de vida ativo e saudável (GANSE *et al.*, 2018; MCKENDRY *et al.*, 2018; ZAMPIERI *et al.*, 2015).

Estudos relatam que a inatividade física pode acelerar o envelhecimento primário e secundário pela variação nas funções fisiológicas interligadas ao risco de mortalidade (BOOTH *et al.*, 2011; SIMUNIC *et al.*, 2019; ZAMPIERI *et al.*, 2015). Nesse sentido, a inclusão de atividade física na rotina contribui para a melhora da qualidade de vida e nível de independência (ARNOLD; GYURCSIK, 2012; BYRNE *et al.*, 2016; SHUR *et al.*, 2021), do bem-estar psicológico (SHEEHY; HODGE, 2015), para a prevenção do surgimento de doenças crônicas (MCKENDRY *et al.*, 2018) e manutenção da função cardiorrespiratória,

metabólicas e musculoesqueléticas (AAGAARD *et al.*, 2007; BORGES *et al.*, 2016; CLIMSTEIN *et al.*, 2019; MCLEOD *et al.*, 2016).

Além disso, com a adoção de um estilo de vida ativo é possível retardar a manifestação clínica do envelhecimento patológico e reduzir o ônus financeiro do governo relacionado a programas de auxílio a doenças crônicas e assistência às famílias, sendo um benefício tanto para os indivíduos idosos quanto para o governo em si, que poderá auxiliar de outra forma essa população (BEARD *et al.*, 2016; HARPER, 2014; SEALS; JUSTICE; LARocca, 2016; SEALS; MELOV, 2014).

### **3.2. JOVENS ATIVOS COMO GRUPO CONTROLE**

O envelhecimento é um processo natural que afeta todos os seres humanos. Para reduzir a lacuna na literatura a respeito dos efeitos do envelhecimento é preciso considerar uma parcela da população que ainda não teve alterações físicas e fisiológicas advindas com a idade como grupo controle. Os jovens ativos são aqueles que buscam manter hábitos saudáveis por meio da prática de atividades físicas, como esportes, musculação, atividades ao ar livre, dentre outras (ORSSATTO *et al.*, 2020).

Uma pesquisa em 24 países mostrou que jovens adultos de 18 a 30 anos com atividade física moderada ou alta tinham maior satisfação com a vida e melhor percepção de saúde (O'LOUGHLIN *et al.*, 2021; PENGPID, S.; PELTZER, K, 2019) e que adultos jovens são mais ativos que idosos (QIAO *et al.*, 2021). Para mensurar o nível de atividade física é necessário estabelecer uma medida fidedigna como o uso do acelerômetro. Entretanto, a grande diversidade de métodos, análises e resultados não possibilita descrever totalmente os resultados relacionados ao nível de atividade física (BENTO *et al.*, 2012), o que indica a necessidade de grupos comparativos dentro de um mesmo estudo.

Já a respeito das variáveis musculares, estudos de autópsia revelam que indivíduos jovens (30 anos) possuem 25% a mais de fibras musculares quando comparados a idosos (72 anos) (FRAGALA; KENNY; KUCHEL, 2015). E que, quando comparado a força isométrica, os adultos jovens possuem cerca de 20

a 40% de força a mais que idosos saudáveis por volta dos 60 anos (VANDERVOORT, 2002).

Uma das causas para redução da força muscular em homens mais velhos (69-82 anos) em comparação à jovens (19-35 anos) pode ser pela diminuição da área de secção transversa, redução do comprimento do fascículo e da velocidade de contração do músculo (REABURN; DASCOMBE, 2009). Além disso, a quantidade de tecido não contrátil infiltrado no músculo pode ser outro fator que contribui para a redução dos níveis de força.

Segundo estudo, homens mais velhos têm acima de 50% de gordura infiltrada a mais que homens jovens, com aumento anual em medidas longitudinais (FRAGALA; KENNY; KUCHEL, 2015) e essa infiltração lipídica excessiva independe da área transversal do músculo. Pesquisas também mencionam que os valores da escala de cinza da população jovem são inferiores quando comparadas as populações idosas (CADORE *et al.*, 2012). Em um estudo realizado com 19 idosos (aproximadamente 73 anos) e 19 jovens (aproximadamente 22 anos de idade), sendo todos sujeitos saudáveis, apresentou como resultados intensidade do eco maior nos idosos do que nos jovens nas regiões do quadríceps (NISHIHARA *et al.*, 2014).

Por fim, apesar dos jovens não possuírem alterações com o envelhecimento, a aderência em atividades físicas contribui para que essas diferenças sejam notadas, o que torna esse grupo como controle para comparação com os demais grupos de idosos.

### **3.3. ATLETAS MASTERS COMO POPULAÇÃO MODELO**

Atletas masters são sujeitos pertencentes a uma parcela da população mais velha que treina sistematicamente, normalmente com altos volumes de treinamento, visando participar de eventos competitivos, podendo ser desde nível local, regional, nacional e internacional (AKKARI *et al.*, 2015; BRAUER *et al.*, 2023; WILLY; PAQUETTE, 2019; TEIXEIRA *et al.*, 2022). Estudos apontam que a categoria de masters varia de competição para competição, entretanto, em sua maioria considera-se atleta masters a partir de 35 anos de idade (BRISSWALTER; NOSAKA, 2013; REABURN; DASCOMBE, 2008; TAYROSE

*et al.*, 2015), onde supostamente iniciam-se os decréscimos no sistema cardiorrespiratório implicando na queda do desempenho esportivo (AKKARI *et al.*, 2015; GANSE *et al.*, 2018).

Essa queda no desempenho muitas vezes justifica a redução da sobrecarga de treinamento por alguns atletas (ALLEN *et al.*, 2015; GANSE *et al.*, 2018), contudo, mesmo com essa redução, ainda sim o nível de atividade física dessas atletas permanece superior ao dos seus pares com a mesma idade (KUSY; ZIELINSKI, 2015; LEYK *et al.*, 2010), o que pode explicar uma melhor condição física desses atletas e o motivo pelo qual são considerados como população modelo RANSELL; VENER; HUBERTY, 2009; STENROTH *et al.*, 2016).

Nesse sentido, estudos com atletas masters relatam que seus níveis de aptidão física e o treinamento sistematizado realizado por décadas pode protelar os efeitos advindos com o envelhecimento, preservar a independência e a mobilidade, reduzindo a mortalidade e possivelmente aumentando a expectativa de vida (AKKARI; MACHIN; TANAKA, 2015; BYRNE; KEENE; LAMB, 2016; KNECHTLE *et al.*, 2012; LEMEZ; BAKER, 2015; TANAKA; SEALS, 2008; ZAMPIERI *et al.*, 2015).

Os efeitos do treinamento de resistência relacionado à idade podem contribuir para um envelhecimento saudável, visto que atua diretamente na saúde cardiovascular e musculoesquelética (GAST *et al.*, 2013; WILLY; PAQUETTE, 2019). Segundo a literatura, a capacidade aeróbica de corredores de resistência por volta dos 80 anos de idade é quase duas vezes maior do que idosos inativos (WILLY; PAQUETTE, 2019). Adicionalmente, outro estudo comparou homens idosos que treinavam sistematicamente a mais de 10 anos e as condições musculares foram similares a adultos jovens insuficientemente ativos (KORHONEN *et al.*, 2006).

Apesar disso, não é totalmente claro quanto o treinamento de resistência contribui para a preservação do músculo esquelético com o envelhecimento (CHAMBERS *et al.*, 2019; MARCELL; HAWKINS; WISWELL, 2014), todavia vários estudos relataram que pode ser benéfico e favorecer a manutenção do sistema musculoesquelético em idades mais avançadas quando inseridos de forma contínua na rotina (BENJAFIELD *et al.*, 2015; HAWKINS *et al.*, 2001; KUSY; ZIELINSKI, 2015; WILLY; PAQUETTE, 2019).

Além disso, a inserção do treinamento de resistência na rotina é importante, contudo, a modalidade também influencia. A corrida por ser um esporte que tem como forma propulsora os membros inferiores, apresenta resultados a respeito de musculaturas fundamentais para a mobilidade de pessoas mais velhas, como por exemplo o vasto lateral, atuante na fase excêntrica da corrida e o tríceps sural na fase propulsiva (HAMNER; SETH; DELP, 2010), musculaturas que quando acometidas pelo envelhecimento comprometem a velocidade da marcha e o comprimento da passada, resultando no déficit da economia de corrida fundamental no desempenho (WILLY; PAQUETTE, 2019), mas também favorecendo ao tropeço e consequentemente às quedas, condições que implicam no surgimento de comorbidades nos idosos (FRIED *et al.*, 2004). Nesse caso, o estudo da influência da corrida bem como suas variáveis de sobrecarga de treinamento relacionadas ao envelhecimento se torna bastante relevante.

Por fim, algumas das alterações mais percebidas nos indivíduos inativos ou pouco ativos são a redução das capacidades fisiológicas, das condições musculoesqueléticas e o surgimento de doenças crônicas (LAZARUS; HARRIDGE, 2007) que parecem afetar menos essa população de atletas masters devido a prática de atividade física (FRONTERA *et al.*, 2000), por isso a importância de utilizar os mesmos como modelo de envelhecimento bem-sucedido.

### **3.4. IDOSOS FISICAMENTE ATIVOS E SEDENTÁRIOS**

O Brasil tem mais de 28 milhões de pessoas acima de 60 anos e representa 13% da população do país, podendo dobrar esse percentual nas próximas décadas segundo a projeção do (IBGE, 2019; SILVA *et al.*, 2023). Adicionalmente, em 2043 pelo menos um quarto da população brasileira deve ser de idosos e o índice de envelhecimento que é a relação entre a porcentagem de idosos e de jovens deve aumentar de 43,19% em 2018 para 173,47% em 2060 (IBGE, 2019).

Nesse sentido, com o aumento da expectativa de vida é preciso focar em um envelhecimento saudável dessa população, garantindo a independência

funcional e uma boa qualidade de vida (GREMEAUX *et al.*, 2012) para que essas pessoas não necessitem prioritariamente dos serviços de saúde e institucionalização (VERAS, 2009; SILVA *et al.*, 2024).

A Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) investigou as limitações funcionais que idosos poderiam sofrer na execução de atividades da vida diária, como: comer, andar, tomar banho e outras, e 84% dos idosos acima de 60 anos alegaram precisar de ajuda para realiza-las. Além disso, a pesquisa também verificou a dificuldade para realizar atividades instrumentais da vida diária (AIVD), como: fazer compras, utilizar meios de transporte, cuidar do seu dinheiro e outras, e a proporção de pessoas que possuíam limitação para isso foi estimada de 17,3% (IBGE, 2019).

Com isso, faz-se necessário a implementação de recursos e alternativas para amenizar as modificações advindas com o envelhecimento e uma das formas é a inclusão de atividade física na rotina (QIAO *et al.*, 2021; BYRNE *et al.*, 2016).

Uma pessoa não praticante de atividade física é chamada de sedentária e o comportamento sedentário é definido por todas as atividades que não aumentam o dispêndio energético acima dos níveis de repouso (MENEGUCI *et al.*, 2015). Assistir televisão sentado, usar continuamente o computador, trabalhar ou estudar sentados são exemplos de comportamento sedentário.

Em relação ao nível de atividade física o Colégio Americano de Ciências do Esporte (ACSM, 1999) considera como sedentário o indivíduo que não atinge 150 minutos de atividades físicas leves ao longo da semana. Essas atividades leves incluem andar lentamente, cozinhar, lavar a louça, varrer a calçada e outras (PATE; O'NEILL; LOBELO, 2014).

Dados indicam que são identificados altos índices de sedentarismo em idosos e que estes possuem cinco vezes mais chances de mortes por doenças relacionadas a inatividade física do que idosos ativos (KOSTER *et al.*, 2011; QIAO *et al.*, 2024).

Nesse caso, para ser considerado como fisicamente ativo é preciso praticar pelo menos 5 vezes por semana durante 30 minutos de atividades moderadas ou pelo menos 3 vezes na semana durante 20 minutos de atividades intensas/vigorosas (HASKELL *et al.*, 2007).



Com a inclusão de atividade física na rotina é possível protelar algumas alterações que envolvem os sistemas nervoso e muscular (GOODPASTER *et al.*, 2008), como por exemplo, redução da força e potência muscular (FRONTERA *et al.*, 2000) que interferem diretamente na mobilidade dos idosos e, conseqüentemente, na funcionalidade e independência (AAGAARD *et al.*, 2007; CLARK; MANINI, 2010). Exemplos dessas alterações são dificuldades de adaptabilidade nas atividades da vida diária de um idoso não ativo, como sentar-se e levantar-se de uma cadeira, caminhar, subir e descer degraus e velocidade de reação alterada (AAGGAARD *et al.*, 2007; ARNOLD; GYURCSIK, 2012), condições não percebidas em atletas masters devido a manutenção das suas condições físicas pelo treinamento contínuo ao longo da vida (CHO *et al.*, 2021; GEARD *et al.*, 2016).

### **3.5. ALTERAÇÕES ESTRUTURAIS NO SISTEMA MUSCULAR COM O ENVELHECIMENTO**

O envelhecimento é um processo multifatorial, tendo influências desde fatores genéticos até o estilo de vida, portanto varia de indivíduo para indivíduo (CHAMBERS *et al.*, 2019; ROZAND *et al.*, 2019; SEALS; JUSTICE; LARocca, 2016). Contudo, um dos efeitos mais marcantes e comum com o avanço da idade é a redução da massa muscular (ZAMPIERI *et al.*, 2015). Essa redução da massa muscular seja pelo desuso ou simplesmente pela redução advinda com o envelhecimento natural, pode resultar em redução da força e potência muscular (PEIFFER *et al.*, 2016; PERKISAS *et al.*, 2016; QUINLAN *et al.*, 2018), o que interferirá tanto para o sujeito inativo em relação a sua funcionalidade quanto ao sujeito ativo no quesito desempenho esportivo (AAGAARD *et al.*, 2007; GOODPASTER *et al.*, 2006).

Essa redução da massa muscular pode ser acompanhada por alterações nas funções neurais como, por exemplo, o nível de ativação voluntária (MAUMOELLER *et al.*, 2013), infiltração de tecido não contrátil no músculo (FUKUMOTO *et al.*, 2018), alterações na morfologia do músculo como redução da área de secção transversa (AST) e espessura muscular (EM), do comprimento do fascículo (CF) e ângulo de penação (AP) (BRISSWALTER;

NOSAKA, 2013; PERKISAS *et al.*, 2016; TIMMINS *et al.*, 2016) que somatizadas a uma condição física, como um sujeito sedentário, podem ser agravadas e desenvolver comorbidades como a sarcopenia (MCPHEE *et al.*, 2018; PERKISAS *et al.*, 2016) ou então amenizadas por sujeitos ativos, como os atletas masters (PEIFFER *et al.*, 2016; STENROTH *et al.*, 2016).

De todo modo, independente da condição física do indivíduo e do seu nível de atividade física, estudar o sistema musculoesquelético é fundamental, pois considera-se a segunda maior reserva de energia do corpo e desempenha um papel fundamental na homeostase da glicose (TICINESI *et al.*, 2017), sendo está responsável pelo equilíbrio fisiológico do organismo. Além disso, o quadríceps femoral (QF) é um dos músculos antigravitacionais mais importantes juntamente com o tríceps sural (TS) para manter a posição em pé, sendo musculaturas interessantes para investigações relacionadas as alterações na função física com o avanço da idade (MANI *et al.*, 2018; NISHIHARA *et al.*, 2018), pois atuam diretamente na marcha em sujeitos não atletas até no desempenho físico em modalidades esportivas.

Com isso, esse tópico será dividido em três subtópicos, sendo: função muscular, arquitetura muscular e composição muscular dos membros inferiores relacionados ao envelhecimento.

#### 3.5.1. Função muscular

O músculo esquelético compreende cerca de 40% do peso corporal e é dito como maior órgão do corpo (PERKISAS *et al.*, 2016). O volume médio do comprimento das fibras pela área transversal presentes em um músculo esquelético é denominado massa muscular (FAULKNER *et al.*, 2008). Após o desenvolvimento maturacional o comprimento da fibra só varia com hipertrofia ou atrofia.

Notoriamente, uma das mudanças estruturais no sistema muscular relacionadas ao envelhecimento é a redução da massa muscular, podendo iniciar entre os 25 a 50 anos (FRAGALA; KENNY; KUCHEL, 2015), ocorrendo uma redução de aproximadamente 10 a 20% após os 70 anos e acentuando ainda mais a partir dos 80 anos de idade se não houver intervenções (POWER; DALTON; RICE, 2013).

Essa redução na massa muscular pode ocorrer tanto por fatores neurológicos quanto musculares (CLARK; MANINI, 2010; GOODPASTER *et al.*, 2006; HAPPLE *et al.*, 2016; MADEN-WILKINSON, 2015). Alterações na quantidade de fibras musculares do tipo II, por exemplo, estão diretamente relacionadas a produção de força e potência de um músculo, além de uma maior fatigabilidade do músculo, que por sua vez acarretará na capacidade reduzida tanto nas atividades da vida diária quanto na performance de atletas (AAGAARD *et al.*, 2007; CLARK; MANINI, 2010; REID *et al.*, 2014; ROZAND *et al.*, 2019).

Essas alterações dependem do nível de atividade física ao longo da vida (POWER *et al.*, 2016) e a tendência é que com o envelhecimento as pessoas se tornem menos ativas (SHUR *et al.*, 2021). A força muscular atinge o pico em torno da 3ª década de vida, podendo reduzir a cada ano cerca de 1,5% a partir dos 50 anos de idade e acelerando para 3% após os 60 anos se não houver uma prática contínua de exercício físico (PERKISAS *et al.*, 2016). Nos idosos ocorre um declínio na produção de força muscular dinâmica ou isométrica e consequentemente maior fatigabilidade dos músculos (BRISSWALTER; NOSAKA, 2013; PETRELLA *et al.*, 2005; SIPILA *et al.*, 1991). Com isso, podem ocorrer implicações consideráveis para o funcionamento físico, principalmente relacionados aos membros inferiores, pois a força gerada pode ser insuficiente para suportar uma perturbação ou compensar adequadamente antes da falha de uma tarefa, interferindo diretamente na independência e na capacidade de realizar as atividades da vida diária (AAGAARD *et al.*, 2007; MORELAND *et al.*, 2004).

Segundo estudo, idosos saudáveis por volta dos 60 anos apresentam cerca de 20 a 40% de redução na força isométrica se comparados a adultos jovens e, os mais velhos ainda, mostram uma redução de 50% ou mais (VANDERVOORT, 2002). Adicionalmente, um estudo sobre corrida de resistência demonstrou que houve menor declínio da função muscular observada no envelhecimento em corredores idosos se comparados a indivíduos sedentários, porém não houve diferença no tamanho do músculo do vasto lateral (VL) entre os grupos (MACKEY *et al.*, 2014),

Além disso, o entendimento do quanto o envelhecimento primário e secundário interfere na função muscular ainda é precária, visto que estudos mencionam que o nível de atividade física interfere diretamente para a

manutenção da força e da massa muscular (MCKENDRY *et al.*, 2018), porém é nítido que com o avanço da idade grande parte da população idosa reduz o nível de atividade física ou se tornam inativos (QIAO *et al.*, 2021; ZAMPIERI *et al.*, 2015; SIMUNIC *et al.*, 2019). Nesse caso, identificar as condições da função muscular em atletas masters e utilizá-los como modelo de envelhecimento bem-sucedido, conforme denominado por outros estudos (GANSE *et al.*, 2018; HAWKINS; WISWELL; MARCELL, 2003; HEO *et al.*, 2013; TANAKA; SEALS, 2008) pode fornecer informações importantes a respeito do quanto o nível de atividade física influencia nessas variáveis musculares.

Entretanto, é necessário a formação e análise de um grupo homogêneo de corredores masters de longas distâncias a fim de esclarecer melhor as adaptações nas variáveis musculares relacionadas a especificidade do treinamento e ao envelhecimento. Isso porque as divergências encontradas nos estudos anteriores parecem estar relacionadas ao nível esportivo dos atletas e condições de treino (BRAUER *et al.*, 2023; SIPILA; SUOMINEN, 1991; HAWKINS; WISWELL; MARCELL, 2003; UNHJEM *et al.*, 2016; POWER *et al.*, 2016).

### 3.5.2. Arquitetura muscular

Evidências sugerem que o envelhecimento está associado a uma progressiva redução na massa muscular podendo implicar em alterações na produção de força e potência (BAPTISTA; VAZ, 2012; KUSCHEL *et al.*, 2022), sendo um importante contribuinte para a deterioração da função muscular ocasionando futuras limitações e incapacidade física (STENROTH *et al.*, 2016). A literatura apresenta um declínio média de 29% no volume do quadríceps com o envelhecimento (CHAMBERS *et al.*, 2020) e alguns dos fatores que influenciam nesse declínio da massa muscular são alterações na arquitetura muscular (TICINESI *et al.*, 2017).

A arquitetura muscular é definida como o arranjo de fibras musculares em relação ao eixo de produção de força. Essas fibras são divididas em dois tipos, sendo: fusiformes (fibras longas e paralelas, com grande encurtamento e alta velocidade) e as peniformes (fibras curtas e diagonais com menor encurtamento e velocidade lenta) (HAMILL; KNUTZEN, 1999). Com o

envelhecimento essas fibras podem sofrer alterações na área de secção transversa, comprimento do fascículo, espessura muscular e ângulo de penetração (AAGGARD *et al.*, 2010; BAPTISTA; VAZ, 2009; TIMMINS *et al.*, 2016) que afetam a capacidade de produção de força e, conseqüentemente, podem afetar o desempenho funcional levando muitas vezes a incapacidade física (TICINESI *et al.*, 2017).

Alterações na estrutura do músculo são avaliadas por ressonância magnética (RM), tomografia computadorizada (TC) ou pela ultrassonografia. Os dois primeiros métodos são considerados padrão ouro, porém são menos acessíveis e mais onerosos (NOORKOIV; NOSAKA; BLAZEIVICH, 2010). O ultrassom, além de ser um método não-invasivo é considerado como confiável, seguro e mais acessível para avaliação dos músculos, ossos e tecido adiposo (BAPTISTA; VAZ, 2012; FRAGALA; KENNY; KUCHEL, 2015; FUKUMOTO *et al.*, 2012; LIXANDRÃO *et al.*, 2014) seja para verificar adaptações ao treinamento físico, pelo envelhecimento ou pelo desuso (AAGAARD *et al.*, 2007; KUBO *et al.*, 2003).

A massa muscular pode ser medida em volume ou pela área de secção transversa, normalmente no estado passivo, pois durante uma contração pode haver alterações na morfologia (PERKISAS *et al.*, 2016) e são dois parâmetros importantes para avaliar os mecanismos de produção de força (KUSCHELL *et al.*, 2022). A estimativa de ambas envolve o uso de modelos matemáticos baseados na aproximação do músculo à forma cilíndrica, utilizando-se também das medidas antropométricas como o comprimento do segmento ou a medida da sua perimetria FUKUNAGA *et al.*, 2000).

No entanto, a espessura muscular é um dos parâmetros associados ao número de sarcômeros em paralelo (BAPTISTA; VAZ, 2009) e é um indicador indireto da AST (MIYATANI *et al.*, 2004), sendo avaliada pela distância perpendicular entre as aponeuroses externa e interna (MIYATANI *et al.*, 2004). Além disso, a espessura muscular também é útil para avaliação a força ou desempenho muscular (NISHIHARA *et al.*, 2018).

O CF é a distância linear entre a inserção proximal na aponeurose interna e sua inserção distal na aponeurose externa (LIEBER; FRIDÉN, 2001). Seu tamanho, por sua vez, influencia no ângulo de penetração que é o ângulo formado entre o comprimento do fascículo e a aponeurose interna, cuja direção

coincide com o eixo de geração de força (PERKISAS *et al.*, 2016). Assim, quanto maior o comprimento do fascículo menor será o ângulo de penação resultando em uma maior magnitude de força (ABE; KUMAGA; BRECHUE, 2000), conseqüentemente, um maior ângulo afetará negativamente o desempenho muscular (BAPTISTA; VAZ, 2009).

Tem sido demonstrado que as variações da arquitetura muscular podem variar conforme o avanço da idade (STENROTH *et al.*, 2016), pelo desuso ou inatividade (NARICI *et al.*, 2016), pela diferença por sexo (GOODPASTER *et al.*, 2006) ou pelo treinamento físico (BLAZEVOICH; GILLZHOU, 2006; REABURN; DASCOMBE, 2008).

As alterações estruturais que ocorrem no músculo com o envelhecimento são semelhantes as mudanças observadas com a inatividade, no entanto, a principal diferença entre atrofia por desuso e sarcopenia é que por desuso ocorre apenas uma diminuição no tamanho da fibra, enquanto a sarcopenia implica na diminuição no tamanho e na quantidade de fibras musculares (NARICI *et al.*, 2016). Porém, em ambos os casos, ocorre a redução da força máxima e velocidade.

Dados sugerem que a massa muscular permanece estável até a quarta década, após os 50 anos de idade o declínio é de  $\cong 1\%$  nos homens e  $\cong 0,5\%$  nas mulheres (MITCHELL *et al.*, 2012).

Um estudo constatou que a AST do vasto lateral foi menor em idosos do que em jovens, sendo 54% dessa diferença representada pela atrofia das fibras, ou seja, redução do seu tamanho, já os outros 46% provavelmente pela perda de fibras musculares nos idosos, o que acarreta em fraqueza muscular (MCPHEE *et al.*, 2018).

O ângulo de penação e a área de secção transversa são relacionados diretamente a produção máxima de força (KUSCHELL *et al.*, 2022), já o comprimento do fascículo é relacionado com a velocidade de contração do músculo (BINZONI *et al.*, 2001). Dados sugerem que além da redução do volume muscular pode ocorrer diminuição tanto no AP quanto no CF em idosos sedentários, mas que o treinamento à longo prazo pode protelar essas mudanças (REABURN; DASCOMBE, 2008).

Indo de encontro a esses achados, um estudo demonstrou que a arquitetura muscular de idosos que efetuavam treinamento de resistência foram

superiores ao grupo controle de idosos sedentários (HAWKINS; WISWELL; MARCELL, 2003). Já outro estudo que investigou a diminuição da AST, do CF e a velocidade de contração relacionadas a força e potência, observou que houve o declínio dessas capacidades físicas no grupo de homens mais velhos (69-82 anos) em comparação aos jovens (19-35 anos) (REABURN; DASCOMBE, 2009). Nesse caso, ao comparar as idades é notório e esperado que haja diferença nas variáveis musculoesqueléticas devido ao envelhecimento natural, porém o nível de atividade física e treinamento sistematizado pode mitigar essas alterações.

A respeito da espessura muscular foi identificado um declínio significativo nas extremidades inferiores, exceto no sóleo, em um grupo de idosos em comparação ao grupo de mulheres jovens e por serem musculaturas importantes para manter a posição em pé, juntamente com o quadríceps femoral, são importantes para investigar alterações na função física com a idade (FUKUMOTO *et al.*, 2012b).

Adicionalmente, com relação ao músculo gastrocnêmio lateral, o ângulo de penação e a área de secção transversa de idosos saudáveis foram diminuídos em comparação ao grupo controle de jovens (TICINESI *et al.*, 2017), além disso verificou-se que o ângulo de penação e o comprimento do fascículo são fortemente dependentes do ângulo articular do tornozelo e do grau de contração isométrica voluntária (CONWAY; FRANZ, 2020), assim como o vasto lateral, por isso a avaliação ultrassonográfica deve ser realizada em repouso e em uma posição padronizada fixa (TICINESI *et al.*, 2017).

Já no quesito desuso em voluntários jovens, foram documentadas reduções significativas na espessura muscular, comprimento do fascículo e ângulo de penação do gastrocnêmio medial e vasto lateral após 5 semanas de repouso forçado na posição horizontal (DE BOER *et al.*, 2008) e após 14 dias de suspensão unilateral dos membros inferiores (SEYNNES *et al.*, 2008), contudo, todas essas alterações induzidas pela inatividade podem ser restauradas após a intervenção do treinamento de resistência, nesse caso o exercício é considerado fundamental para prevenção da sarcopenia e melhor mobilidade em idosos (TICINESI *et al.*, 2017).

Por fim, por mais que sejam relatadas alterações na arquitetura muscular advinda com o envelhecimento ou pela inatividade física e que o exercício pode



protelar essas modificações, ainda se desconhecem os efeitos dos diferentes tipos de sobrecarga de treinamento ou nível de atividade física (STENROTH *et al.*, 2016), além do que as mudanças na arquitetura muscular não são as principais causas da fraqueza muscular relacionada com a idade, mas também as possíveis alterações na composição muscular (TICINESI *et al.*, 2017).

### 3.5.3. Composição Muscular

A literatura traz que os tecidos conjuntivo e muscular sofrem modificações mecânicas e morfológicas em resposta ao envelhecimento (KARAMANIDIS; ARAMPATZIS, 2006), exemplo dessas alterações são diminuição no módulo elástico, ou seja, rigidez aumentada nos tecidos conjuntivos e alterações na arquitetura muscular, como diminuição da AST e, muitas vezes, perda da força muscular (KARAMANIDIS; ARAMPATZIS, 2006, KUSCHEL *et al.*, 2022; SHUR *et al.*, 2021).

Além disso, uma das mudanças notadas com o envelhecimento é a infiltração de tecido não contrátil dentro do músculo (FRAGALA; KENNY; KUCHEL, 2015), ou seja, infiltração de tecido conjuntivo e adiposo, e esses tecidos não são capazes de se contrair como o tecido muscular (AAGAARD *et al.*, 2007; FRONTERA *et al.*, 2010). A contração muscular pode ser de dois tipos, sendo a isométrica que não altera o comprimento do músculo, porém desenvolve tensão e a contração dinâmica (concêntrica e excêntrica) que envolvem um movimento articular e modificam o comprimento do músculo (GUYTON; HALL, 2017). A infiltração de tecido não contrátil influenciará principalmente nas contrações dinâmicas, incapacitando os músculos de se ativarem totalmente e consequentemente reduzindo os níveis de força (KUSCHEL *et al.*, 2022; REID *et al.*, 2014), podendo acarretar em redução da mobilidade dos idosos como também no desempenho dos atletas masters (GOODPASTER *et al.*, 2001).

Além disso, o aumento de tecido adiposo intermuscular, também chamado de miosteatose, somado a baixa massa muscular e associado a redução dos níveis de força caracteriza a sarcopenia relacionada à idade (TICINESI *et al.*, 2017), que pode ser agravada quando relacionada a alterações na função física do idoso.



Considerando isso, a qualidade tecidual (infiltração de tecido não contrátil no músculo) pode ser analisada pelo ultrassom, um método considerado confiável (NOORKOIV; NOSAKA; BLAZEVOICH, 2010) sendo a intensidade do eco (IE) a variável mensurada (FRAGALA; KENNY; KUCHEL, 2015; FUKUTANI; KURIHARA, 2015; YOUNG *et al.*, 2015).

A intensidade do eco reflete a ecogenecidade muscular, termo utilizado para descrever quanto um tecido permite a passagem do reflexo das ondas sonoras, sendo determinado pela análise da escala de cinza no ultrassom (FRAGALA; KENNY; KUCHEL, 2015; WILHELM *et al.*, 2014). Vale ressaltar que a ecogenecidade pode fornecer informações importantes sobre a presença de inflamação e fibrose, além da infiltração adiposa que ocorre ao longo do processo de envelhecimento (CARESIO *et al.*, 2015; TICINESI *et al.*, 2017).

A escala de cinza varia de 0 (preto) a 255 pixels (branco), onde quanto mais branco maior será o dano no tecido muscular e quanto mais preto melhor é a qualidade tecidual do músculo (MOLINARI *et al.*, 2015; YOUNG *et al.*, 2015).

Os tecidos mais pretos criam ecos menos brilhantes e são chamados de hipoeecóicos (baixa ecogenecidade) enquanto os tecidos mais brancos criam ecos mais brilhantes e são classificados como hipereecóicos (alta ecogenecidade) (MASSELI; WU; PINHEDO, 2013). Nesse caso, o tecido muscular é classificado como hipoeecóico, já os tecidos adiposo e conjuntivo são hipereecóicos.

Com isso é possível identificar a densidade muscular e a quantidade de infiltração de gordura. Estudos indicam que homens mais velhos podem ter 59-127% a mais de gordura infiltrada na musculatura da coxa do que homens mais jovens (FRAGALA; KENNY; KUCHEL, 2015) e que pode ocorrer um aumento anual de 18% com o avanço da idade dependendo das condições físicas (GOODPASTER *et al.*, 2008).

De fato, um estudo avaliou 184 homens idosos saudáveis com idade entre 65-91 anos e em sua análise observou que houve aumento da intensidade do eco, diminuição da espessura muscular e aumento da gordura subcutânea da coxa direita com o avanço da idade, além disso houve redução da força muscular (WATANABE *et al.*, 2013).

Entretanto, as informações a partir da escala de cinza da intensidade do eco em idosos podem ser limitadas (FUKUMOTO *et al.*, 2012b), pois apesar da

idade se um preditor para infiltração de tecido não contrátil na musculatura, o nível de atividade física pode influenciar e deve ser considerado.

Exemplo disso, um estudo com atletas masters comparou a intensidade do eco entre atletas de modalidades de resistência e potência com idosos sedentários e a IE de ambos os grupos de atletas foi inferior aos dos idosos (SIPILA; SUOMINEN, 1991). Porém, a uma escassez de estudos que reflitam a intensidade do eco interligada aos níveis de atividade física.

Isso porque vários estudos tem correlacionado a IE com parâmetros cardiovasculares e de força máxima CADORE *et al.*, 2012), correlacionando a IE com outras variáveis musculares em pessoas idosas saudáveis AKIMA *et al.*, 2017) ou então com condições patológicas (ADDISON *et al.*, 2014), entretanto são necessários estudos que não somente considerem o envelhecimento como preditor de infiltração de gordura no músculo, mas também considerem os diferentes níveis de atividade física e de sobrecarga de treinamento.

### **3.6. SOBRECARGA DE TREINAMENTO EM PESSOAS MAIS VELHAS**

O exercício regular é fundamental para um envelhecimento saudável podendo prolongar a expectativa de vida e reduzir a morbidade das pessoas mais velhas quando não associados a patologias (STENROTH *et al.*, 2016; ZAMPIERI *et al.*, 2015). Ele regula um dos sistemas conhecidos como autofagia, que é um processo catabólico das células onde ela digere seu próprio conteúdo, entretanto ela elimina somente as organelas e proteínas danificadas, permitindo o rejuvenescimento dos componentes celulares (ZAMPIERI *et al.*, 2015), similar a um processo de reciclagem.

O tecido muscular sofre alterações com o envelhecimento e muitas vezes isso pode influenciar no desempenho de atletas. Entretanto, estudos mostram que esportistas mais velhos tem grande preservação do tamanho e da função dos conteúdos musculares (miofibrila) em comparação com seus pares sedentários (ZAMPIERI *et al.*, 2015). Outro estudo menciona que atletas masters velocistas demonstraram tamanho da fibra muscular e força máxima superiores aos dados relatados anteriormente de pessoas idosas não treinadas (KORHONEN *et al.*, 2006).

Mas apesar dos vários efeitos benéficos no sistema musculoesquelético com a adoção de um estilo de vida ativo, pouco se sabe dos efeitos na arquitetura muscular de idosos com a participação regular nos exercícios planejados e dos diferentes tipos de cargas impostas (STENROTH *et al.*, 2016).

Os atletas masters apesar de permanecerem muito ativos ocorre um declínio no desempenho devido a adaptações naturais do envelhecimento (PEIFFER *et al.*, 2016), porém como a maioria dos idosos não atletas reduzem o nível de atividade física habitual (HUNG *et al.*, 2011) esses atletas ainda possuem o nível de atividade física superior e melhor aptidão física que seus pares da mesma idade (MCKENDRY *et al.*, 2018).

No desempenho das provas de resistência de esportes individuais como o ciclismo e a corrida, foi observado um declínio moderado entre as idades de 30 a 50 anos com declínios acelerados após os 60 anos (BRISWALTER; NOSAKA, 2013; LEPERS; CATTAGNI, 2018; RITTWEGGER *et al.*, 2014; TANAKA; SEALS, 2008) e esse declínio tem sido bem descrito pela literatura (REABURN; DASCOMBE, 2008; TANAKA; SEALS, 2003), porém o declínio da performance relacionada à idade é comumente analisada em relação aos recordes mundiais, apresentando limitações como por exemplo não pertencer as mesmas pessoas ou a mesma geração de atletas (LEPPERS *et al.*, 2018). Além disso, podem existir inúmeras causas para a queda no desempenho além da idade e uma delas é pela diminuição do volume e intensidade de treinamento (LEPPERS *et al.*, 2018).

Exemplo disso são estudos que citam a corrida de resistência como um esporte que pode protelar as alterações no sistema muscular com o envelhecimento, que vem se popularizando e sendo uma alternativa para indivíduos que não são adeptos ao treinamento de força (MACKEY *et al.*, 2014), entretanto, esses estudos não mencionam a quantidade (volume) e qualidade (intensidade) de treinamento, variáveis que compõem a sobrecarga de treinamento (GENTIL, 2011).

O volume remete a magnitude da carga e na corrida pode ser avaliado pelo tempo total gasto (minutos/horas) para completar a sessão, pela quilometragem, pelo volume de trabalho cíclico (sucessão de ações motoras constantes como as passadas) ou número total de tarefas da sessão (GOMES, 2009; PLATONOV, 2008). Já a intensidade nas modalidades cíclicas remete a

velocidade de deslocamento do atleta, pelo ritmo dos movimentos (PACE), pela dimensão da sobrecarga imposta, pelo número de séries e repetições de determinado percurso (GOMES, 2009; PLATONOV, 2008).

E para que haja adaptações físicas e fisiológicas é necessário que os programas de treinamento manipulem essas variáveis ajustando as cargas a cada indivíduo (KIRKENDALL; GARRETT, 1998; PLATONOV, 2008), isso tanto para a preparação de atletas quanto para indivíduos não atletas, pois cargas insuficientes não trazem benefícios e cargas excessivas podem ser prejudiciais (DE FREITAS; MILOSKI; FILHO, 2012).

Vale ressaltar que para a pessoa mais velha uma determinada carga de exercício pode ser percebida como “relativamente maior” devido à redução da aptidão física (BATT *et al.*, 2013). Por exemplo, uma atividade definida por baixa intensidade como a caminhada pode ser considerada de intensidade média ou alta para um indivíduo mais velho e com um nível de aptidão mais baixo (BATT *et al.*, 2013), isso torna os termos de atividade física um pouco relativo para essa população.

Por exemplo, a literatura menciona que para a adultos mais velhos sedentários ou fisicamente ativos níveis moderados de atividade física ou até mesmo metade dos 150 minutos recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) tem um impacto significativo na expectativa de vida, na melhora da mobilidade, na preservação da função física (SEALS; MELOV, 2014), na redução de doenças crônicas como hipertensão, doença pulmonar obstrutiva crônica, diabetes, demência e outras, além de benefícios relacionados ao sistema cognitivo como melhora da atenção auditiva e visual e doenças psíquicas como ansiedade de depressão em adultos mais velhos (BATT *et al.*, 2013).

Entretanto, outro estudo apresenta que o nível de atividade diária em idosos varia consideravelmente, podendo produzir uma ampla gama de valores que são superestimados devido à falta de medição da atividade física habitual dessa população (AMAGASA *et al.*, 2021; QUILAN *et al.*, 2018) ou pela maioria dos estudos quantificar o volume/nível de atividade física por autorrelato e não com o uso de acelerômetros que são medidas mais objetivas e reais (BATT *et al.*, 2013).

O mesmo ocorre com os corredores masters, principalmente os de longas distâncias, onde os estudos dizem que é mantido um alto nível de volume de treinamento, muitas vezes mais altos do que em atletas jovens (BRAUER *et al.*, 2023; BORGES *et al.*, 2016), mas não especificam a forma de mensuração desse volume. E grandes volumes não significam necessariamente maiores benefícios, isso porque se o volume for menor, porém o treinamento for mais intenso é possível que se mantenha a massa muscular e a função cardiorrespiratória da mesma maneira, além de minimizar os impactos repetitivos nas articulações (VOPAT *et al.*, 2014).

Por fim, a redução do volume e intensidade de treinamento para os corredores mais velhos e menor nível de atividade física para indivíduos não atletas amplifica os efeitos do envelhecimento (WILLY; PAQUETTE, 2019). Nesse caso, parece que embora o treinamento não possa impedir as modificações advindas do envelhecimento, é possível protela-las quando utilizado o exercício físico da forma correta. Além disso, os benefícios com a atividade física na saúde já foram comprovados, mas grande parte da população idosa ainda permanece sedentária ou pouco ativa (BATT *et al.*, 2013), diante disso, é fundamental aumentar o incentivo a prática de atividade física, mas também controlar a sobrecarga de treinamento e o nível de atividade física com equipamentos que remetam realmente a medição correta do estímulo e seus efeitos.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1. Estudo transversal**

Trata-se de um estudo transversal e descritivo que busca identificar a relação entre o nível de atividade física e a função, arquitetura e composição muscular de corredores masters recreativos em comparação a idosos sedentários, idosos fisicamente ativos e jovens ativos.

#### **4.1.1. Participantes**

##### **4.1.1.1. Cálculo amostral**

Para calcular o tamanho da amostra foi utilizado o programa GPOWER, considerando o tamanho de efeito de 0,5, com poder de 95% e nível de significância de 5%, totalizando 76 sujeitos no total divididos em quatro grupos com 20 sujeitos cada: grupo IC (corredores masters), IIA (idosos fisicamente ativos), IIA (idosos insuficientemente ativos) e JA (jovens fisicamente ativos).

##### **4.1.1.2. Corredores masters de longas distâncias**

Participaram desse estudo 20 corredores masters de longas distâncias, do sexo masculino, com idade  $\geq 60$  anos, que praticavam a corrida por  $\geq 10$  anos não tendo iniciado a corrida aos 60 anos e que participavam de provas oficiais de corrida (pelo menos 3 provas oficiais de no último ano) (CLANSEY *et al.*, 2016; TARPENNING *et al.*, 2006). Os participantes poderiam praticar treinamento complementar desde que não fosse treinamento de força máxima ou hipertrofia muscular.

Foram excluídos do estudo os voluntários que apresentaram durante a avaliação: lesão ortopédica (músculos, tendões, articulações, ligamentos e/ou ossos) que limitassem a realização do teste de força e de imagem ultrassonográfica.

Os participantes do estudo foram recrutados em equipes de corrida e clubes esportivos da cidade de Curitiba-PR, bem como, por meio de divulgação em diferentes meios de comunicação.

#### 4.1.1.3. Idosos fisicamente ativos

Foram selecionados 20 idosos do sexo masculino, com idade  $\geq 60$  anos, que praticavam atividade física regular, sendo pelo menos 150 atividade física aeróbica de moderada intensidade; ou pelo menos 75 a 150 minutos de atividade física aeróbica de vigorosa intensidade; ou uma combinação equivalente de atividades físicas de moderada e vigorosa intensidade ao longo da semana (OMS, 2020).

Os participantes poderiam praticar qualquer atividade física desde que não fosse treinamento de força máxima ou hipertrofia muscular.

Foram excluídos do estudo os voluntários que apresentaram durante a avaliação: lesão ortopédica (músculos, tendões, articulações, ligamentos e/ou ossos) que limitassem a realização do teste de força e de imagem ultrassonográfica.

Além disso, após o uso do acelerometro foram considerados os idosos fisicamente ativos aqueles que atingissem uma média de passos semanal de superior a 6.000 passos (TUDOR-LOCKE et al., 2012).

#### 4.1.1.4. Idosos sedentários ou insuficientemente ativos

Foram selecionados 20 idosos do sexo masculino, com idade  $\geq 60$  anos, que não praticassem atividade física regular, ou seja, que não atingissem pelo menos 150 minutos de atividade física ao longo da semana (OMS, 2020).

Foram excluídos do estudo os voluntários que apresentassem durante a avaliação: lesão ortopédica (músculos, tendões, articulações, ligamentos e/ou ossos) que limitassem a realização do teste de força e de imagem ultrassonográfica.

Além disso, após o uso do acelerometro foram considerados os idosos insuficientemente ativos aqueles que não atingissem uma média de passos semanal de 5.000 passos (TUDOR-LOCKE et al., 2012).

#### 4.1.1.5. Jovens fisicamente ativos

Foram selecionados 20 jovens do sexo masculino, com idade  $\geq 18$  e  $\leq 35$  anos que praticassem atividade física regular, sendo pelo menos 150 a 300 minutos de atividade física aeróbica de moderada intensidade; ou pelo menos 75 a 150 minutos de atividade física aeróbica de vigorosa intensidade; ou uma combinação equivalente de atividades físicas de moderada e vigorosa intensidade ao longo da semana (OMS, 2020).

Os participantes poderiam praticar qualquer atividade física desde que não fosse treinamento de força máxima ou hipertrofia muscular.

Foram excluídos do estudo os voluntários que apresentarem durante a avaliação: lesão ortopédica (músculos, tendões, articulações, ligamentos e/ou ossos) que limitem a realização do teste de força e de imagem ultrassonográfica.

#### 4.1.2. Instrumentos e procedimentos da coleta de dados

##### 4.1.2.1. Cronologia da pesquisa:

A coleta de dados foi realizada em sessão única, onde os sujeitos compareceram ao laboratório do Centro de Estudos do Comportamento Motor (CECOM). Os testes foram aplicados pelos mesmos avaliadores previamente treinados nos protocolos utilizados. Antes da realização dos testes os participantes foram instruídos sobre os procedimentos do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE 1), devidamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná (APÊNDICE 2). Os grupos: idosos insuficientemente ativos, idosos fisicamente ativos e jovens fisicamente ativos responderam o questionário de atividade física – IPAQ para direcionamento do grupo e os idosos corredores masters de longas distâncias responderam o questionário semiestruturado adaptado de Hespanhol Junior *et al.* (2012) à respeito das suas rotinas de treinamento e competições. Em seguida, foram realizados os testes seguindo a ordem: avaliação antropométrica, arquitetura e composição muscular, seguido pelos testes de força muscular. Por fim das avaliações, foi entregue um acelerômetro a cada sujeito para medição do nível



de atividade física, foram dadas as orientações gerais sobre o funcionamento do aparelho e cada sujeito ficou com o aparelho por uma semana.

#### 4.1.2.2. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) versão curta:

Para classificação inicial do nível de atividade física dos idosos fisicamente ativos e insuficientemente ativos foi aplicado o questionário Internacional de atividade Física (IPAQ) – versão curta, validado para a população brasileira (PARDINI *et al.*, 2008) (APÊNDICE 3). Foram classificados de acordo com o IPAQ em:

- Fisicamente ativos: aqueles que praticassem atividade vigorosa ( $\geq 3$  dias/sem e  $\geq 20$  minutos por sessão), moderada ou caminhada ( $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão) ou qualquer atividade somada ( $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 150$  minutos/sem sendo caminhada + moderada + vigorosa).
- Insuficientemente ativos: aqueles que não realizassem pelo menos 150 min semanais de atividade física na semana.

#### 4.1.2.3. Questionário sobre rotina de treinamento/competições:

Questionário semiestruturado adaptado de Hespanhol Junior *et al.* (2012) onde os participantes responderam questões como: a) dados pessoais (idade e sexo); b) características do treinamento (tempo de prática na corrida, frequência semanal, duração da sessão em minutos, ritmo de prova em 5 km, 10 km, 21 km e 42 km, recorde pessoal nas provas e quilometragem semanal total); c) se o treinamento é supervisionado por um profissional de Educação física (APÊNDICE 4).

#### 4.1.2.4. Controle da intensidade de treinamento e nível de atividade física:

Para os quatro grupos foi utilizado o acelerômetro da marca *Actigraph*, MODELO GT3X (FIGURA 2) (aparelhos que guardam informações em counts e podem posteriormente calcular o gasto energético, calorimetria indireta (METs), minutos e intensidade de movimentos). Foi utilizado por uma semana (sete dias

consecutivos), por pelo menos 12 horas seguidas e o aparelho foi posicionado na cintura (lado direito) do sujeito. O aparelho foi retirado somente em atividades aquáticas, incluindo o banho e períodos de sono. O dia foi considerado válido quando registrado pelo menos 10 horas de gravação.

Para o monitoramento dos sujeitos foi utilizado o aplicativo whatsapp, servindo como forma de comunicação para sanar dúvidas e conferir o uso correto do aparelho.

Para análise foi considerado pelo menos 4 dias, sendo um dia do final de semana. Os dados foram coletados a uma frequência de 60Hz. O download da gravação e análise dos registros foram realizados pelo *software* Actilife (HENDELMAN *et al.*, 2000).



Figura 2. Aparelho de acelerômetro da marca *Actigraph*, MODELO GT3X

Foi analisado a média de calorias por dia e os valores de *counts* serão traduzidos para minutos de atividade física indicando a intensidade da atividade, que será analisada a partir da classificação estabelecida pelo software, realizada pela equação de Freedson 1998:

| Tabela 1. Classificação da intensidade de atividade física (HENDELMAN <i>et al.</i> , 2000) |                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Classificação                                                                               | Valores (contagens/min) |
| Atividade sedentária                                                                        | 0-99                    |
| Atividade leve                                                                              | 100-1951                |
| Atividade moderada                                                                          | 1952-5724               |
| Atividade vigorosa                                                                          | 5725-9498               |
| Atividade muito vigorosa                                                                    | >9499                   |

Além disso, para alocar os idosos fisicamente ativos e insuficientemente ativos em cada grupo foi considerado a média de passos semanal de cada

indivíduo. Para os fisicamente ativos foi considerado uma média acima de 6.000 passos e para os insuficientemente ativos foi considerado uma média semanal abaixo de 5.000 passos (TUDOR-LOCKE et al., 2012):

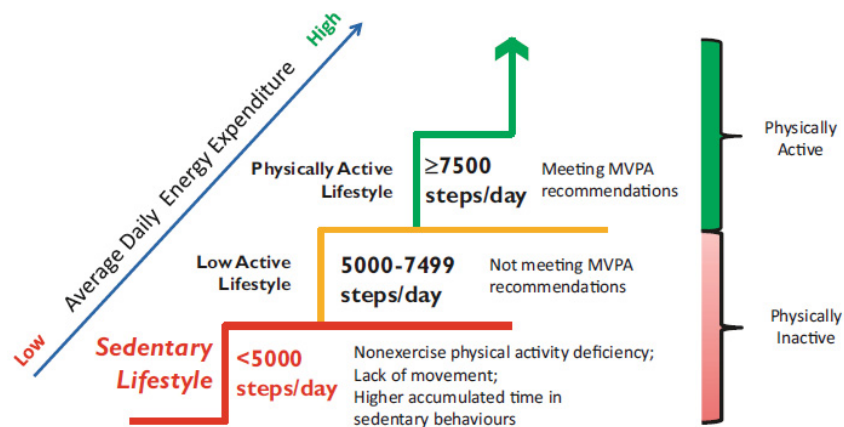


Figura 3. Classificação do nível de atividade física pela quantidade de passos (TUDOR-LOCKE, et al. 2012).

#### 4.1.2.5. Antropometria:

As técnicas foram realizadas conforme o Anthropometric Standardization Reference Manual (LOHMAN; ROCHE; MARTORELL, 1988). A estatura (m) foi mensurada em um estadiômetro de parede, com precisão de 0,1 cm da marca Filizola®. O participante ficou em posição ortostática, com os pés descalços e unidos, com as superfícies posteriores do calcanhar, cinturas pélvica e escapular e região occipital em contato com o instrumento de medida, com a cabeça no plano horizontal de Frankfurt, ao final de uma inspiração máxima. A massa corporal (kg) foi aferida em uma balança marca Plena, modelo Sport®, com capacidade máxima de 150 kg e precisão de 100 gramas, com o participante descalço e posicionado em pé no centro da plataforma, com os braços ao longo do corpo e utilizando o mínimo de roupa possível. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado utilizando a seguinte fórmula:  $IMC (kg/m^2) = \frac{Massa\ Corporal (kg)}{Estatura^2 (m)}$ . Foram considerados os valores de referência propostos pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2016).

Tabela 2. Classificação do índice de massa corporal (IMC)

| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | Classificação      |
|--------------------------|--------------------|
| < 18,5                   | Baixo peso         |
| 18,6 – 24,9              | Normal             |
| 25 – 29,9                | Sobrepeso          |
| 30 – 34,9                | Obesidade Grau I   |
| 35- 39,9                 | Obesidade Grau II  |
| > 40                     | Obesidade Grau III |

Valores de referência da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2016)

#### 4.1.2.6. Arquitetura muscular e composição muscular:

Para avaliação da arquitetura e composição muscular foi selecionado o músculo vasto lateral (VL) como representante do quadríceps femoral dos atletas masters, método comprovado por (TRAPPE *et al.*, 2001) como confiável, pois cada um dos quatro músculos do quadríceps sofre atrofia semelhante com o envelhecimento, além disso, o VL é um dos principais agentes na fase excêntrica da corrida, pois sofre muita frenagem, havendo grande adaptação do músculo (HAMNER; SETH; DELP, 2010). Adicionalmente, foi avaliado o gastrocnêmio lateral (GL) pois é um músculo importante na propulsão do movimento de passada na corrida (HAMNER; SETH, DELP, 2010). Ambos os músculos são fundamentais também na funcionalidade de idosos, pois atuam na velocidade da marca e alterações nessas musculaturas podem favorecer a aumento do risco de tropeços e quedas (TICINESI *et al.*, 2017).

A área de secção transversa, o ângulo de penação, o comprimento do fascículo, a espessura muscular e intensidade do eco do vasto lateral e do gastrocnêmio lateral do membro inferior direito serão medidos por meio da ultrassonografia (Konica Minolta®, modelo Sonimage HS1) com um transdutor de 50 mm de comprimento por 20 mm de largura, a uma frequência de 11 MHz (FIGURA 4).



Figura 4. Ultrassom Konica Minolta®, modelo Sonimage HS1

Para avaliação o músculo vasto lateral foi identificado entre o trocânter maior e o epicôndilo lateral do fêmur (ponto médio), conforme proposto na literatura (REEVES; MAGANARIS; NARICI, 2004) (FIGURA 5).

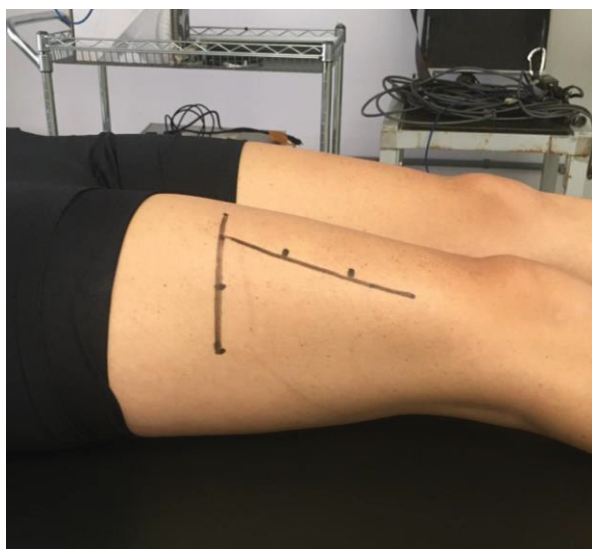


Figura 5. Gabarito da marcação para avaliação ultrassonográfica do Vasto lateral (VL).

Já para o GL foi marcado o local sendo 30% do comprimento da perna a partir da distância entre o côndilo lateral da tíbia e o maléolo lateral da fíbula, seguindo protocolo de (MIYATANI *et al.*, 2004) (FIGURA 6).



Figura 6. Gabarito da marcação para avaliação ultrassonográfica do gastrocnêmio lateral (GL).

Na sequência os participantes repousaram por 15 minutos na posição supinada com os membros avaliados estendidos e relaxados, para acomodação dois fluidos corporais (BERG *et al.*, 1993). Em seguida, um gel condutor à base de água foi aplicado sobre o local a ser avaliado.

O avaliador posicionou o transdutor sem aplicar pressão durante a varredura evitando a compressão da pele. Após encontrar uma imagem no monitor satisfatória, a mesma foi arquivada para posteriormente ser reconstituída. Foram coletadas 2 imagens de cada músculo para análise das variáveis.

Basicamente, as imagens tanto do VL quanto do GL foram sequencialmente abertas no PowerPoint (Microsoft, Redmond, WA, EUA) e em seguida, cada imagem reconstruída.

A área de secção transversa (AST) foi determinada pelo contorno dos músculos. O ângulo de penação (AP) foi determinado pelo o ângulo formado entre os fascículos musculares e a aponeurose interna, cuja orientação coincide com a linha de tração do músculo. O comprimento do fascículo (CF) foi determinado pela distância linear entre a origem do fascículo na aponeurose interna e a respectiva inserção na aponeurose externa (epimísio). E espessura muscular (EM) que é um parâmetro indireto da área de secção transversal e do volume muscular foi determinada pela distância perpendicular entre as interfaces gordura-músculo e músculo-osso. Todas as variáveis da arquitetura muscular foram exemplificadas nas figuras a seguir (FIGURAS 7, 8, 9 e 10):

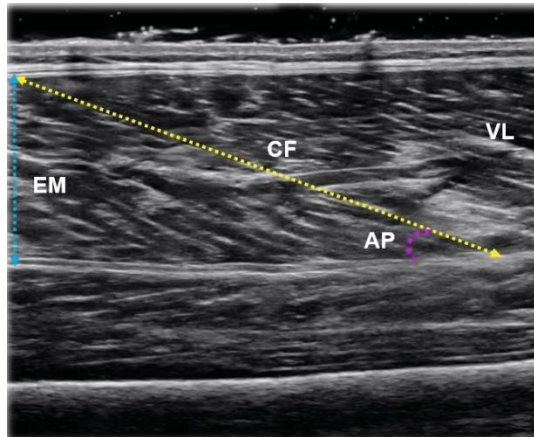


FIGURA 7. Medidas arquitetônicas (AP= ângulo de penação; CF= comprimento do fascículo; EM= espessura muscular) do vasto lateral (VL).

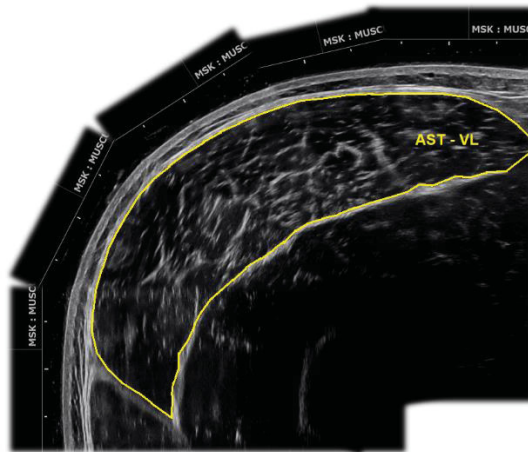


FIGURA 8. Area de secção transversa do vasto lateral (VL).

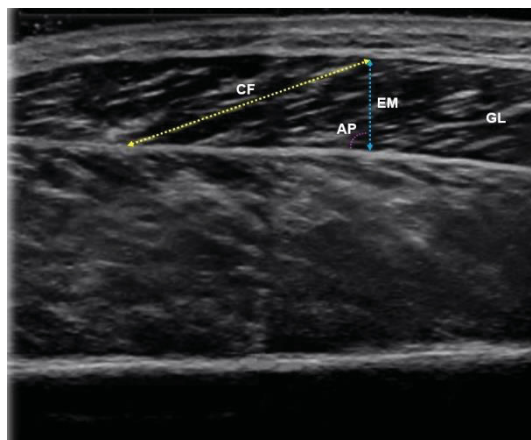


FIGURA 9. Medidas arquitetônicas (AP= ângulo de penação; CF= comprimento do fascículo; EM= espessura muscular) do gastrocnêmio lateral (GL).



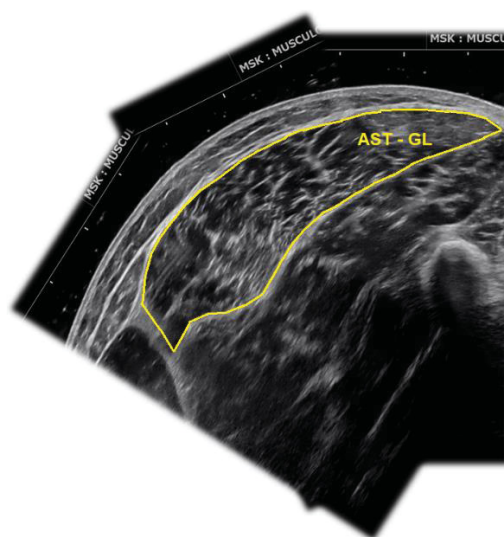


FIGURA 10. Área de secção transversa do gastrocnêmio lateral (GL).

A intensidade do eco (IE) serve para deduzir a gordura infiltrada e elementos não contráteis no músculo, isso ocorreu por meio da análise da escala de cinza, usando a função de histograma padrão em Imagem-J (National Institute of Health, USA, versão 1.37). Os pixels dentro da área de interesse foram processados com a transformada rápida de Fourier, resultando em uma distribuição de 256 tons de cinza, sendo 0 = preto e 256 = branco (FIGURA 11). Dessa forma, pixels mais claros (hiperecoicos) podem indicar presença de gordura infiltrada e elementos não contráteis (YOUNG *et al.*, 2015). A intensidade do eco foi calculada como a média dos valores dentro da maior área de interesse selecionada (CADORE *et al.*, 2012; CARESIO *et al.*, 2015), sendo que quanto maior a mediana, maior a presença de gordura infiltrada.

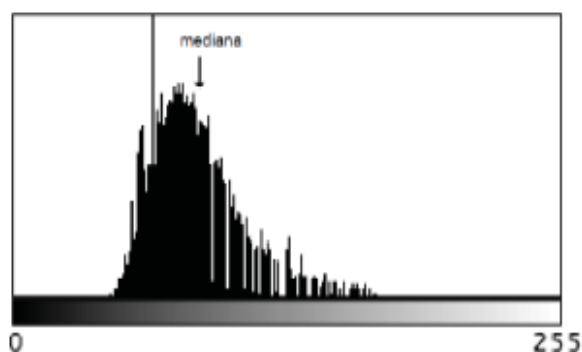


FIGURA 11. Representação do histograma da intensidade do eco dentro da AST dos músculos vasto lateral e gastrocnêmio lateral.



Para garantir fidedignidade das medidas e boa reprodutibilidade foi realizado um estudo piloto com 10 sujeitos. Nesse piloto foram coletadas duas medidas da espessura muscular do vasto lateral e do gastrocnêmio lateral em dois dias diferentes, com pelo menos 48h de diferença entre cada uma. Foi realizado o cálculo dos valores de coeficiente de variação (CV), coeficiente de correlação intraclass (ICC) e o erro típico de medida (ETM) entre as imagens coletadas dos músculos vasto lateral e gastrocnêmio lateral.

O coeficiente de variação deve ser o menor possível, sendo um valor igual ou abaixo de 10%, os valores de ICC entre 0,7 e 0,8 são razoáveis e acima de 0,9 demonstram alta confiabilidade e o ETM utiliza a unidade de medida da variável analisada, sendo seu valor mais próximo de zero (o menor possível) a representação de uma pequena variabilidade entre as medidas (ATKINSON; NEVILL, 1998). Os valores encontrados foram indicados na tabela 3:

| Tabela 3. Valores do coeficiente de variação, erro típico de medida e correlação intraclass.                                          |      |      |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-------|
| MÚSCULOS                                                                                                                              | CV   | ETM  | ICC   |
| VL                                                                                                                                    | 1,41 | 0,05 | 0,994 |
| GL                                                                                                                                    | 1,58 | 0,04 | 0,997 |
| CV= coeficiente de variação; ETM = erro típico de medida; GL = gastrocnêmio lateral; ICC = correlação intraclass; VL = vasto lateral. |      |      |       |

#### 4.1.2.7. Função muscular:

O pico de torque foi avaliado por meio de dinamômetro isocinético Biodex System 3 (*Biodex Medical System*, EUA) que será calibrado conforme as especificações e recomendações do fabricante (FIGURA 12).



Figura 12. Dinamômetro isocinético *Biodex Medical System*, EUA

Os voluntários foram posicionados no equipamento de acordo com as padronizações sugeridas pelo fabricante para avaliação da contração voluntária máxima isométrica (CVMI) dos extensores do joelho e, posteriormente, dos plantiflexores plantares do tornozelo.

Para a CVMI dos extensores do joelho o encosto do dinamômetro foi ajustado até que a fossa poplíteia do joelho estivesse apoiada na parte inferior do assento. O eixo de rotação do aparelho foi alinhado com o epicôndilo lateral do fêmur (eixo de rotação anatômico do joelho). O encosto da cadeira foi de 90 graus; e o braço de alavanca, ajustado e fixado 2 cm acima dos maléolos do tornozelo. Os voluntários foram instruídos a não fazerem movimentos de flexão plantar e dorsiflexão. As regiões do tronco, pelve e coxa foram estabilizadas no equipamento por meio de cintas e faixas de velcro para evitar contribuição de qualquer outra parte do corpo (FIGURA 13). Para pesagem do membro avaliado, o mesmo deveria estar relaxado e em semiextensão do joelho (posição em 45°, considerando 0° a extensão completa do joelho) e foi realizada para corrigir a ação da gravidade no movimento de flexão (fator de correção realizado pelo próprio dinamômetro).



Figura 13. Posicionamento do sujeito para realização da CIVM do extensor do joelho direito no Dinamômetro isocinético *Biodex Medical System*, EUA

Foi realizado o aquecimento e familiarização com o equipamento sendo 4 repetições de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) do vasto lateral com intervalo de 60 segundos entre cada uma, aumentando progressivamente a intensidade da contração de aproximadamente (25%, 50%, 75% e 100% do máximo) e as porcentagens sendo auto relatadas pelos sujeitos (ANDERSEN; HARBO; BRINCK, 2012). Para realização do teste foram realizadas 3 repetições de CIVM com intervalo de 120 segundos entre elas. Os participantes foram instruídos a sempre realizarem a contração mais forte e rápido possível. Durante todas as CIVM os participantes visualizaram suas curvas de torque no monitor do dinamômetro como feedback visual, assim como foram motivados verbalmente de forma padronizada para tentar obter seu melhor desempenho (DOTAN *et al.*, 2013).

Para a CVMI dos flexores plantares do tornozelo o indivíduo foi posicionado sentado na máquina com o joelho em semiflexionado seguindo recomendações do fabricante. O tronco, o quadril e o outro membro foram afivelados no equipamento para evitar compensação no momento de execução do movimento. Além disso, o eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado ao maléolo lateral, ponto central da articulação do tornozelo (FIGURA 14).



Figura 14. Posicionamento do sujeito para realização da CIVM do flexor plantar do tornozelo no Dinamômetro isocinético *Biodex Medical System*, EUA

Também foi realizado o aquecimento e familiarização com o equipamento sendo 4 repetições de CIVM do GL com intervalo de 60 segundos cada uma, aumentando progressivamente a intensidade de contração de aproximadamente (25%, 50%, 75% e 100% do máximo) e as porcentagens sendo auto relatadas pelos sujeitos (ANDERSEN; HARBO; BRINCK, 2012). Para realização do teste foram realizadas 3 repetições de CIVM dos flexores plantares com intervalo de 120 segundos entre elas. As instruções durante o teste foram as mesmas dos extensores do joelho.

Destas avaliações foi obtida a média das três séries do pico de torque isométrico (N.m), sendo corrigida pela massa corporal total (N.m/kg) e pela área de secção transversa (N.m/cm<sup>2</sup>) (AAGAARD *et al.*, 2010).

## **4.2. Análise estatística**

A análise estatística foi realizada inicialmente pelo teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Assumida a distribuição normal dos dados, foi utilizada a análise de variância (ANOVA - ONE WAY) seguido de post hoc de Bonferroni para comparação entre os grupos. Além disso, para os dados paramétricos foi utilizado o teste de correlação de Pearson para investigar possíveis associações entre as variáveis analisadas (idade, função muscular, composição e arquitetura muscular e nível de atividade física). Para os dados não paramétricos foi utilizado o teste de correlação de Spearman. Os dados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão e, em todos os cálculos foi fixado um nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

## 5. RESULTADOS

A caracterização da amostra com as variáveis antropométricas de idade, massa corporal, estatura e índice de massa corporal, além da escolaridade dos 4 grupos, sendo: idosos corredores (IC), idosos fisicamente ativos (IFA), idosos insuficientemente ativos (IIA) e jovens ativos (JA) está apresentada na tabela 4.

No quesito faixa etária, os 3 grupos de idosos foram homogêneos, não apresentando diferença estatística. Como grupo controle foi selecionado um grupo de jovens ativos com média de idade de 24,6 anos (19-34 anos), apresentando diferença significativa com os demais grupos do estudo, conforme esperado ( $p < 0,05$ ).

O IMC (índice de massa corporal) do grupo de idosos corredores apresentou resultado dentro da normalidade (aproximadamente  $24 \text{ kg/m}^2$ ) de acordo com a tabela de classificação da OMS. Enquanto os grupos de idosos fisicamente ativos e insuficientemente ativos apresentaram valores indicando sobrepeso ( $26,5 \text{ kg/m}^2$  e  $28,5 \text{ kg/m}^2$ , respectivamente). O grupo de jovens também apresentou resultados dentro da normalidade. Na comparação entre os grupos de idosos, houve diferença significativa entre o grupo de corredores e insuficientemente ativos ( $p < 0,05$ ).

Em relação ao nível de escolaridade, o grupo de idosos insuficientemente ativos foi o que mais apresentou sujeitos com pós-graduação completa (45%), os demais se dividiram entre ensino médio e superior. No grupo de jovens a maioria ainda cursava a graduação, por isso 65% a amostra só possuía ensino médio completo.

Tabela 4. Variáveis antropométricas (média e desvio padrão) e escolaridade dos idosos corredores (IC), idosos fisicamente ativos (IFA), idosos insuficientemente ativos (IIA) e jovens ativos (JA).

| Variável                 | IC (n=20)                  | IFA (n=20)                 | IIA (n=20)                  | JA (n=20)                     |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Idade (anos)             | 66,86 ± 11,31 <sup>d</sup> | 65,4 ± 3,53 <sup>d</sup>   | 65,28 ± 7,07 <sup>d</sup>   | 24,6 ± 4,24 <sup>a,b,c</sup>  |
| Massa corporal (kg)      | 69,86 ± 2,83 <sup>c</sup>  | 77,4 ± 11,31               | 87,80 ± 0,84 <sup>a</sup>   | 80,90 ± 16,97                 |
| Estatura (cm)            | 170,22 ± 1,41 <sup>d</sup> | 171,3 ± 12,72 <sup>d</sup> | 175,33 ± 4,47               | 179,54 ± 13,43 <sup>a,b</sup> |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | 24,26 ± 3,02 <sup>c</sup>  | 26,37 ± 3,88               | 28,55 ± 4,21 <sup>a,d</sup> | 25,02 ± 3,54 <sup>c</sup>     |
| Escolaridade - Total (%) |                            |                            |                             |                               |
| Ensino fundamental       | 2 (10%)                    | 1 (5%)                     | 0 (0%)                      | 0 (0%)                        |
| Ensino médio             | 4 (20%)                    | 7 (35%)                    | 4 (20%)                     | 13 (65%)                      |
| Ensino superior          | 7 (35%)                    | 6 (30%)                    | 7 (35%)                     | 4 (20%)                       |
| Pós-graduação            | 7 (35%)                    | 6 (35%)                    | 9 (45%)                     | 3 (15%)                       |

IMC = Índice de Massa Corporal; % = percentual total. <sup>a</sup>- diferença significativa do IC; <sup>b</sup>- diferença significativa do IFA; <sup>c</sup>- diferença significativa IIA; <sup>d</sup>- diferença significativa JA. Diferença significativa: p ≤ 0,05.

Na tabela 5 estão expressos os valores das variáveis de rotina de treinamento dos idosos corredores, sendo tempo de prática (anos), frequência semanal (dias), volume semanal (quilômetros), duração (minutos), tipos de provas praticadas e recordes pessoais. É válido ressaltar que alguns atletas informaram participar em mais de uma distância de prova, nesse caso o somatório das porcentagens da participação nas provas é superior a 100%.

Além disso, na tabela 4 também é apresentado o treinamento complementar efetuado por esses idosos corredores, sendo as variáveis do tempo de prática, frequência semanal, duração do treino e o tipo de modalidade praticada. A maioria desses atletas faz treinamento complementar, sendo predominantemente citada a musculação e o funcional.

Tabela 5. Rotina de treinamento dos idosos corredores.

|                            | média e desvio padrão | mínimo      | máximo | %        |
|----------------------------|-----------------------|-------------|--------|----------|
| Tempo de prática (anos)    | 22,05 ± 14,14         | 10          | 60     |          |
| Frequência semanal (dias)  | 4,05 ± 1,53           | 1           | 7      |          |
| Duração da sessão (min)    | 665 ± 23,17           | 15          | 100    |          |
| Volume semanal (km)        |                       |             |        |          |
| > 15km < 30km              |                       |             |        | 6 (30%)  |
| > 30km < 45km              |                       |             |        | 6 (30%)  |
| > 45 km < 60km             |                       |             |        | 3 (15%)  |
| > 60km < 75km              |                       |             |        | 3 (15%)  |
| > 75km                     |                       |             |        | 2 (10%)  |
| Tipo de prova              |                       |             |        |          |
| 5km                        |                       |             |        | 6 (30%)  |
| 10km                       |                       |             |        | 10 (50%) |
| 21km                       |                       |             |        | 14 (70%) |
| 42km                       |                       |             |        | 1 (5%)   |
| > 42km                     |                       |             |        | 0 (0%)   |
| Tempo médio em prova       |                       | Ritmo médio |        |          |
| 5km                        | 00:26:43 ± 0,005      | 00:05:20    |        |          |
| 10km                       | 00:50:12 ± 0,003      | 00:05:01    |        |          |
| 21km                       | 01:47:23 ± 0,022      | 00:05:07    |        |          |
| 42km                       | 03:52:00 ± 0,000      | 00:05:31    |        |          |
| > 42km                     | 0                     | 0           |        |          |
| Treinamento complementar   |                       |             |        |          |
| Sim                        |                       |             |        | 15 (75%) |
| Não                        |                       |             |        | 5 (25%)  |
| Tempo de prática (anos)    | 7,06 ± 6,67           |             |        |          |
| Frequência semanal (dias)  | 3,2 ± 1,3             |             |        |          |
| Duração da sessão (min)    | 59,33 ± 17,40         |             |        |          |
| Tipo de modalidade         |                       |             |        |          |
| Musculação                 |                       |             |        | 12 (60%) |
| Treinamento funcional      |                       |             |        | 3 (15%)  |
| Outros                     |                       |             |        | 1 (5%)   |
| Treinamento supervisionado |                       |             |        |          |
| Sim                        |                       |             |        | 10 (50%) |
| Não                        |                       |             |        | 10 (50%) |

Na tabela 6 é possível identificar as modalidades praticadas pelos demais grupos do estudo. A atividade mais praticada pelos grupos é a musculação, inclusive para o grupo de idosos insuficientemente ativos, porém o que diferencia esse grupo do fisicamente ativo é o nível de atividade física mensurada pelo uso do acelerômetro, sendo retratado na tabela 7.



Tabela 6. Modalidades praticadas pelos grupos de idosos fisicamente ativos (IFA), idosos insuficientemente ativos (IIA) e jovens ativos (JA).

|                                                                                                             | IFA      | IIA     | JA       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|----------|
| Musculação                                                                                                  | 11 (55%) | 6 (30%) | 16 (80%) |
| Treinamento Funcional                                                                                       | 3 (15%)  | 0 (0%)  | 4 (20%)  |
| Caminhada                                                                                                   | 3 (15%)  | 3 (15%) | 0 (0%)   |
| Esportes Coletivos                                                                                          | 2 (10%)  | 3 (15%) | 6 (30%)  |
| Pilates                                                                                                     | 3 (15%)  | 2 (10%) | 0 (0%)   |
| Outros                                                                                                      | 3 (15%)  | 1 (5%)  | 5 (25%)  |
| As porcentagens ultrapassam o somatório de 100% porque os sujeitos poderiam praticar mais de uma modalidade |          |         |          |

Na tabela 7 o grupo de corredores apresentou maior gasto calórico em relação aos idosos insuficientemente ativos, mas não diferiu entre os grupos de idosos fisicamente ativos e jovens ativos ( $p < 0,05$ ). O grupo de idosos insuficientemente ativos apresentou menor gasto calórico que os demais grupos ( $p < 0,05$ ). Com relação à média de passos diários, os corredores apresentaram média de passos superior a todos os grupos ( $p < 0,05$ ). Além do grupo de corredores, o grupo fisicamente ativo e os jovens ativos apresentaram média de passos superior aos insuficientemente ativos ( $p < 0,05$ ), mas os fisicamente ativos e os jovens não diferiram entre si.

Com relação ao nível de atividade física, o grupo de corredores apresentou menor comportamento sedentário em comparação ao grupo de idosos insuficientemente ativos e jovens ativos ( $p < 0,05$ ), mas não houve diferença significativa para o grupo de idosos fisicamente ativos. O grupo de idosos insuficientemente ativos apresentou maior comportamento sedentário que os três grupos ( $p < 0,05$ ). O grupo de idosos fisicamente ativos e jovens ativos não diferiu entre si.

Nas atividades, leves o grupo de insuficientemente ativos apresentou menor tempo despendido nessa atividade em relação aos corredores e fisicamente ativos, mas não diferiu dos jovens ( $p < 0,05$ ). Os demais grupos não apresentaram diferença entre si.

Nas atividades moderadas, os idosos corredores apresentaram maior tempo despendido nessa atividade em relação a todos os grupos ( $p < 0,05$ ), já com os insuficientemente ativos ocorreu o inverso, esse grupo apresentou menor tempo nas atividades moderadas que os demais grupos ( $p < 0,05$ ). O grupo de fisicamente ativos e os jovens ativos apresentaram menor tempo de atividade

física moderada em relação ao grupo de corredores e maior em comparação aos insuficientemente ativos, mas não diferiram entre si.

Nas atividades físicas vigorosas, o grupo de idosos corredores apresentou maior tempo despendido em relação aos demais grupos ( $p < 0,05$ ), enquanto os demais não apresentaram diferença entre si.

Nas atividades físicas muito vigorosas, nenhum dos grupos apresentou diferenças entre si.

Tabela 7. Variáveis do acelerômetro (gasto calórico, nível de intensidade e quantidade de passos) dos grupos de idosos corredores, idosos fisicamente ativos, idosos insuficientemente ativos e jovens ativos.

|                                            | IC                                  | IFA                             | IIA                              | JA                               |
|--------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Gasto Calórico (kcal/dias)                 | 645,94 ± 192,96 <sup>c</sup>        | 537,88 ± 204,26 <sup>c</sup>    | 307,74 ± 103,68 <sup>a,b,d</sup> | 533,33 ± 187,15 <sup>c</sup>     |
| Quantidade de passos (passos/dia)          | 12629,39 ± 3253,18 <sup>b,c,d</sup> | 7658,24 ± 1198,8 <sup>a,c</sup> | 4043,66 ± 1055,82 <sup>a,b</sup> | 7978,53 ± 2060,07 <sup>a,c</sup> |
| Comportamento sedentário (min/dias)        | 611,65 ± 91,56 <sup>c,d</sup>       | 748,23 ± 85,74 <sup>c</sup>     | 866,65 ± 38,01 <sup>a,b,d</sup>  | 756,18 ± 226,02 <sup>a,c</sup>   |
| Atividade física leve (min/dia)            | 172,36 ± 53,12 <sup>c</sup>         | 204,20 ± 58,61 <sup>c</sup>     | 130,43 ± 35,00 <sup>a,b</sup>    | 155,98 ± 38,35                   |
| Atividade física moderado (min/dia)        | 58,82 ± 27,80 <sup>b,c,d</sup>      | 49,17 ± 18,71 <sup>a,c</sup>    | 21,19 ± 9,05 <sup>a,b,d</sup>    | 45,17 ± 13,49 <sup>a,c</sup>     |
| Atividade física vigorosa (min/dias)       | 18,79 ± 13,31 <sup>b,c,d</sup>      | 3,44 ± 3,48 <sup>a</sup>        | 0,43 ± 0,79 <sup>a</sup>         | 5,30 ± 5,90 <sup>a</sup>         |
| Atividade física muito vigorosa (min/dias) | 1,12 ± 3,17                         | 0,10 ± 0,18                     | 0,00 ± 0,02                      | 0,84 ± 1,27                      |
| Total de dias utilizados                   | 6,7 ± 0,57                          | 7 ± 0                           | 6,95 ± 0,22                      | 6,57 ± 0,88                      |

kcal = quilocalorias; min = minutos; IC = idosos corredores; IFA = idosos fisicamente ativos; IIA = idosos insuficientemente ativos; JA = jovens ativos. <sup>a</sup>- diferença significativa do IC; <sup>b</sup>- diferença significativa do IFA; <sup>c</sup>- diferença significativa IIA; <sup>d</sup>- diferença significativa JA. Diferença significativa:  $p \leq 0,05$

Com relação às variáveis do sistema muscular, a função muscular está representada na tabela 8. O grupo de jovens ativos apresentou maior pico de torque ( $304,12 \text{ N.m}^{-1}$ ) dos extensores do joelho em relação aos três grupos de idosos ( $p < 0,05$ ). Não houve diferença significativa entre os grupos de idosos no quesito torque absoluto. Quando corrigido pela área de secção transversa do VL não houve diferença significativa em nenhum dos grupos ( $p > 0,05$ ).

Em relação ao pico de torque na flexão plantar do tornozelo, não houve diferença significativa entre os grupos quando observado o pico de torque absoluto nem corrigido pela área de secção transversa do GL, os resultados também estão na tabela 7.

Tabela 8. Pico de torque na contração isométrica máxima dos extensores do joelho (VL) e plantiflexores do tornozelo (GL) dos grupos de idosos (IC, IFA, IIA) e jovens (JA).

| Extensores joelho                   | IC                           | IFA                         | IIA                         | JA                              |
|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Pico de torque (N.m <sup>-1</sup> ) | 241,56 ± 178,12 <sup>d</sup> | 201,47 ± 34,30 <sup>d</sup> | 192,32 ± 54,77 <sup>d</sup> | 304,12 ± 58,08 <sup>a,b,c</sup> |
| Torque/MC (N.m/kg)                  | 3,40 ± 2,31                  | 2,64 ± 0,52                 | 2,15 ± 0,38                 | 3,82 ± 0,68                     |
| Torque/AST (N.m/cm <sup>2</sup> )   | 12,91 ± 9,77                 | 12,34 ± 3,14                | 11,87 ± 3,19                | 14,89 ± 4,60                    |
| Flexão plantar tornozelo            |                              |                             |                             |                                 |
| Pico de torque (N.m <sup>-1</sup> ) | 103,87 ± 29,23               | 101,81 ± 38,93              | 103,35 ± 32,79              | 116,59 ± 30,84                  |
| Torque/MC (N.m/kg)                  | 1,49 ± 0,46                  | 1,52 ± 0,74                 | 1,43 ± 0,94                 | 1,71 ± 0,91                     |
| Torque/AST (N.m/cm <sup>2</sup> )   | 12,48 ± 3,80                 | 13,83 ± 4,74                | 12,97 ± 5,12                | 14,52 ± 3,81                    |

AST= área de secção transversa; cm = centímetros; GL= gastrocnêmio lateral; kg = quilogramas; N = newton; m = metros; MC = massa corporal. <sup>a</sup>- diferença significativa do IC; <sup>b</sup>- diferença significativa do IFA; <sup>c</sup>- diferença significativa IIA; <sup>d</sup>- diferença significativa JA. Diferença significativa: p ≤ 0,05

Em se tratando das variáveis da arquitetura muscular os resultados foram apresentados na tabela 9. Não houve diferenças significativas para o ângulo de penação e comprimento do fascículo do vasto lateral entre os grupos. Com relação a espessura muscular do VL, o grupo de corredores apresentou maior espessura muscular que o grupo insuficientemente ativo (p<0,05), mas não diferiu estatisticamente dos idosos fisicamente ativos e dos jovens ativos. O grupo de jovens também apresentou maior espessura muscular que os idosos insuficientemente ativos (p<0,05). Por fim, a respeito da área de secção transversa do VL só houve diferença significativa entre o grupo de jovens com o grupo de idosos fisicamente e insuficientemente ativos (p<0,05), onde a área de secção transversa do vasto lateral dos jovens foi maior que desses grupos, mas não foi maior que dos idosos corredores.

Com relação ao gastrocnêmio lateral os resultados também foram apresentados na tabela 8. Não houve diferença estatística em nenhuma das variáveis da arquitetura muscular na comparação entre os grupos.

Tabela 9. Variáveis da arquitetura muscular dos músculos vasto lateral (VL) e gastrocnêmio lateral (GL) (média e desvio padrão).

|                           | IC                       | IFA                       | IIA                        | JA                          |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| AP VL (°)                 | 16,04 ± 3,25             | 15,78 ± 3,70              | 14,48 ± 2,45               | 16,54 ± 2,81                |
| CF VL (cm)                | 9,11 ± 1,48              | 8,19 ± 1,66               | 8,29 ± 1,12                | 8,97 ± 1,37                 |
| EM VL (cm)                | 2,21 ± 0,45 <sup>c</sup> | 1,97 ± 0,42               | 1,82 ± 0,32 <sup>a,d</sup> | 2,35 ± 0,47 <sup>c</sup>    |
| AST VL (cm <sup>2</sup> ) | 18,84 ± 2,29             | 16,89 ± 3,41 <sup>d</sup> | 16,33 ± 3,05 <sup>d</sup>  | 21,46 ± 4,66 <sup>b,c</sup> |
| AP GL (°)                 | 18,44 ± 3,13             | 19,82 ± 3,97              | 19,03 ± 3,05               | 20,54 ± 2,82                |
| CF GL (cm)                | 5,68 ± 1,24              | 5,42 ± 1,08               | 5,51 ± 1,09                | 5,31 ± 1,24                 |
| EM GL (cm)                | 1,64 ± 0,45              | 1,55 ± 0,35               | 1,44 ± 0,31                | 1,56 ± 0,25                 |
| AST GL (cm <sup>2</sup> ) | 8,48 ± 2,09              | 8,05 ± 1,40               | 8,43 ± 2,15                | 8,41 ± 2,66                 |

AP - ângulo de penação; AST - área de secção transversa; CF - comprimento do fascículo; EM - espessura muscular; GL - gastrocnêmio lateral; VL - vasto lateral. <sup>a</sup>- diferença significativa do IC; <sup>b</sup>- diferença significativa do IFA; <sup>c</sup>- diferença significativa IIA; <sup>d</sup>- diferença significativa JA. Diferença significativa: p ≤ 0,05

Na tabela 10 estão descritos os valores (média e desvio padrão) da composição muscular (média e mediana). Os valores são expressos dentro de uma escala de 0 a 256 pixels de tons de cinza, onde 0 é mais escuro e 256 mais claro, significando que quanto mais claro os pixels maior a infiltração de gordura no músculo e elementos não contráteis. Foi analisada a intensidade do eco da área de secção transversa dos músculos vasto lateral e gastrocnêmio lateral.

O grupo jovem apresentou menor valor para a intensidade do eco do que os demais grupos, tanto para o músculo vasto lateral quanto para o gastrocnêmio lateral, sem diferenças entre os grupos de idosos (p<0,05).

Tabela 10. Composição muscular dos grupos IC, IFA, IIA e JA (média e desvio padrão).

|                                | IC                         | IFA                        | IIA                        | JA                            |
|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Area de secção transversa – VL |                            |                            |                            |                               |
| Média (UA)                     | 63,71 ± 13,57              | 67,08 ± 11,15              | 63,01 ± 12,63              | 44,55 ± 5,10                  |
| Mediana (UA)                   | 59,75 ± 13,98 <sup>d</sup> | 63,4 ± 12,30 <sup>d</sup>  | 60,25 ± 13,13 <sup>d</sup> | 39,55 ± 7,20 <sup>a,b,c</sup> |
| Area de secção transversa – GL |                            |                            |                            |                               |
| Média (UA)                     | 83,48 ± 11,66              | 88,77 ± 14,83              | 86,92 ± 14,51              | 49,64 ± 4,90                  |
| Mediana (UA)                   | 78,7 ± 12,24 <sup>d</sup>  | 86,45 ± 15,67 <sup>d</sup> | 84,55 ± 15,19 <sup>d</sup> | 46,85 ± 7,45 <sup>a,b,c</sup> |

IC = idosos corredores; IFA = idosos fisicamente ativos; IIA = idosos insuficientemente ativos; JA = jovens ativos; UA = unidades arbitrarias; VL = vasto lateral; GL = gastrocnêmio lateral, <sup>a</sup>- diferença significativa do IC; <sup>b</sup>- diferença significativa do IFA; <sup>c</sup>- diferença significativa IIA; <sup>d</sup>- diferença significativa JA. Diferença significativa: p ≤ 0,05

Na tabela 11 são apresentadas as correlações entre as variáveis do nível de atividade física e as variáveis musculares do vasto lateral do grupo geral de

idosos (n=60 sujeitos). Houve correlações positivas, porém fraca entre gasto energético (kcal) e pico de torque (PT), pico de torque corrigido (PT/AST) e área de secção transversa (AST); passos diários com área de secção transversa (AST); tempo leve com ângulo de penação (AP); tempo vigoroso com pico de torque (PT, área de secção transversa (AST), comprimento do fascículo (CF) e espessura muscular (EM). E correlação negativa, mas também fraca entre tempo sedentário e área de secção transversa (AST) e com ângulo de penação (AP). Não houve nenhuma correlação com a composição muscular (intensidade do eco).

Tabela 11. Correlação das variáveis do nível de atividade física com as variáveis da função muscular (PT e PT/AST), arquitetura muscular (AST, CF, EM e AP) e composição muscular (IE) do vasto lateral dos 60 idosos.

|                                 |    | PT            | PT/AST       | AST           | CF            | EM            | AP             | IE     |
|---------------------------------|----|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------|
| Kcal                            | r= | <b>,379**</b> | <b>,272*</b> | <b>,311*</b>  | 0,002         | 0,085         | 0,145          | 0,051  |
|                                 | p= | 0,003         | 0,035        | 0,016         | 0,985         | 0,520         | 0,268          | 0,697  |
| Passos diários                  | r= | 0,137         | 0,114        | <b>,344**</b> | 0,156         | 0,224         | 0,156          | -0,029 |
|                                 | p= | 0,298         | 0,388        | 0,007         | 0,234         | 0,086         | 0,234          | 0,824  |
| Comportamento sedentário        | r= | -0,179        | -0,184       | <b>-,279*</b> | 0,118         | -0,139        | <b>-,338**</b> | -0,122 |
|                                 | p= | 0,172         | 0,159        | 0,031         | 0,370         | 0,288         | 0,008          | 0,353  |
| Atividade física leve           | r= | 0,133         | 0,149        | 0,218         | -0,186        | 0,116         | <b>,353**</b>  | 0,179  |
|                                 | p= | 0,310         | 0,257        | 0,094         | 0,155         | 0,379         | 0,006          | 0,172  |
| Atividade física moderada       | r= | 0,100         | 0,219        | 0,143         | -0,094        | -0,028        | 0,165          | 0,027  |
|                                 | p= | 0,449         | 0,093        | 0,276         | 0,475         | 0,832         | 0,209          | 0,839  |
| Atividade física vigorosa       | r= | <b>,264*</b>  | -0,038       | <b>,373**</b> | <b>,345**</b> | <b>,366**</b> | 0,073          | -0,149 |
|                                 | p= | 0,042         | 0,774        | 0,003         | 0,007         | 0,004         | 0,579          | 0,255  |
| Atividade física muito vigorosa | r= | -0,004        | -0,044       | 0,114         | 0,157         | 0,129         | -0,074         | -0,037 |
|                                 | p= | 0,973         | 0,740        | 0,387         | 0,231         | 0,327         | 0,573          | 0,778  |

AP = ângulo de penação; AST = área de secção transversa; CF = comprimento do fascículo; EM = espessura muscular; IE = intensidade do eco; PT = pico de torque.\*= A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades); \*\*= A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

Na tabela 12 são apresentadas as correlações entre as variáveis do nível de atividade física e as variáveis musculares do gastrocnêmio lateral do grupo geral de idosos (n= 60 sujeitos). Não houve nenhuma correlação entre as variáveis do nível de atividade física e a função, a arquitetura e a composição muscular dos idosos.

Tabela 12. Correlação das variáveis do nível de atividade física com as variáveis da função muscular (PT e PT/AST), arquitetura muscular (AST, CF, EM e AP) e composição muscular (IE) do gastrocnêmio lateral dos 60 idosos.

|                                 |    | PT     | PT/AST | AST    | CF     | EM     | AP     | IE     |
|---------------------------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kcal                            | r= | 0,033  | -0,090 | 0,065  | -0,109 | 0,018  | -0,015 | 0,056  |
|                                 | p= | 0,802  | 0,496  | 0,622  | 0,408  | 0,894  | 0,907  | 0,669  |
| Passos diários                  | r= | 0,000  | -0,112 | 0,018  | -0,164 | 0,006  | -0,008 | -0,101 |
|                                 | p= | 0,998  | 0,395  | 0,889  | 0,210  | 0,965  | 0,951  | 0,444  |
| Comportamento sedentário        | r= | 0,095  | 0,118  | 0,133  | 0,122  | -0,047 | -0,015 | 0,038  |
|                                 | p= | 0,472  | 0,371  | 0,310  | 0,352  | 0,720  | 0,907  | 0,773  |
| Atividade física leve           | r= | -0,115 | -0,089 | -0,167 | -0,073 | 0,053  | 0,011  | 0,017  |
|                                 | p= | 0,384  | 0,501  | 0,201  | 0,578  | 0,689  | 0,935  | 0,895  |
| Atividade física moderada       | r= | -0,034 | -0,085 | -0,121 | -0,127 | -0,011 | -0,026 | -0,060 |
|                                 | p= | 0,798  | 0,521  | 0,358  | 0,335  | 0,932  | 0,846  | 0,651  |
| Atividade física vigorosa       | r= | 0,028  | -0,119 | 0,221  | -0,105 | 0,077  | 0,101  | -0,176 |
|                                 | p= | 0,829  | 0,364  | 0,089  | 0,423  | 0,557  | 0,442  | 0,179  |
| Atividade física muito vigorosa | r= | 0,016  | -0,049 | 0,111  | -0,208 | -0,057 | 0,018  | -0,116 |
|                                 | p= | 0,905  | 0,712  | 0,397  | 0,110  | 0,667  | 0,894  | 0,378  |

AP = ângulo de penação; AST = área de secção transversa; CF = comprimento do fascículo; EM = espessura muscular; IE = intensidade do eco; PT = pico de torque.\*= A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades); \*\*= A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

## 6. DISCUSSÃO

Os principais achados deste estudo foram que os corredores idosos apresentaram valores de espessura muscular similares aos jovens e superiores aos seus pares insuficientemente ativos, mas não apresentaram diferença estatística quando comparados aos fisicamente ativos. Adicionalmente, em relação à AST, o grupo de jovens ativos e corredores, embora tenham apresentado maior AST em relação aos idosos ativos e insuficientemente ativos, não foram verificadas diferenças entre jovens e corredores idosos. Por fim, não foram encontradas diferenças estatísticas nas variáveis de arquitetura muscular do gastrocnêmio lateral entre os grupos.

Nas comparações entre as variáveis da função muscular, o grupo de jovens apresentou maior pico de torque nos extensores do joelho em relação aos grupos de idosos, que por sua vez, não apresentaram diferença significativa entre si. No entanto, quando corrigido pela área de secção transversa do vasto lateral as diferenças deixaram de existir. Já na flexão plantar do tornozelo, as análises não mostraram diferença estatística entre nenhum dos grupos do estudo.

Na composição muscular, o grupo de jovens apresentou menor intensidade do eco tanto no vasto lateral quanto no gastrocnêmio lateral na comparação com todos os grupos de idosos, resultado já esperado devido ao não acometimento das modificações advindas com a idade.

Por fim, com relação ao nível de atividade física, apesar dos idosos corredores terem apresentado maior gasto energético, maior média de passos diários, menor comportamento sedentário e maior tempo nas atividades físicas moderadas e vigoras em relação aos demais grupos, quando correlacionadas essas variáveis com as variáveis da função, arquitetura e composição muscular do vasto lateral do grupo geral de idosos, as associações encontradas foram fracas, demonstrando que talvez não seja necessário um treinamento tão intenso para manter uma boa qualidade de vida na velhice. A respeito das análises relacionadas ao gastrocnêmio lateral, não foram encontrados resultados significativos.

### **6.1. Nível de atividade física e a função muscular**

O grupo de jovens apresentou maior pico de torque dos extensores do joelho em comparação com os grupos de idosos que, por sua vez, não apresentaram diferenças significativas entre si. Considerando o grupo de jovens em comparação aos idosos, em termos qualitativos, houve uma redução de 20,57% para os idosos corredores, 33,75% para os fisicamente ativos e 36,76% para os insuficientemente ativos. Ou seja, mesmo que os grupos de idosos não tenham apresentado diferença estatística entre si, os corredores apresentaram 13,18% a mais de força em relação aos fisicamente ativos e 16,19% em relação aos insuficientemente ativos, podendo se especular que o treinamento de corrida poderia contribuir para a redução da perda muscular com o envelhecimento.

A literatura traz que idosos saudáveis por volta dos 60 anos apresentam cerca de 20 a 40% de redução na força isométrica se comparados a adultos jovens e, os mais velhos ainda, mostram uma redução de 50% ou mais (VANDERVOORT, 2002), isso corrobora com os achados do nosso estudo, pois os jovens apresentaram níveis superiores de força isométrica dos extensores do joelho em relação aos grupos de idosos.

Adicionalmente, um estudo sobre corrida de resistência demonstrou que houve menor declínio da função muscular observada no envelhecimento em corredores idosos se comparados a indivíduos sedentários (MACKEY *et al.*, 2014) e, mesmo que os corredores tenham apresentado valores absolutos do pico de torque na contração voluntária isométrica máxima dos extensores do joelho no grupo de corredores superior aos seus pares da mesma idade, não houve diferença estatística entre eles.

Em se tratando do pico de torque dos flexores plantares do tornozelo, não houve diferença estatística entre os grupos e quase nenhuma variação nos valores absolutos entre os grupos de idosos. Quando normalizado o torque pela AST-GL para identificar a qualidade muscular, também não foram encontrados resultados significativos.

A qualidade muscular é definida como a razão entre a força muscular e a massa/volume muscular (KUSCHEL, SONNENBURG, ENGEL, 2022). Vários fatores podem sustentar e também interferir na qualidade muscular, como o tamanho muscular, tipo de fibra, arquitetura muscular, capacidade aeróbica



muscular, composição muscular e/ou ativação neuromuscular (MCGREGOR; CAMERON-SMITH; POPPITT, 2014).

Com o envelhecimento, tanto o vasto lateral quanto o gastrocnêmio lateral, se tiverem sua qualidade muscular acometida, podem influenciar diretamente as ações do dia a dia. Por exemplo, para o grupo de idosos corredores, o acometimento dessas musculaturas pode comprometer a velocidade da marcha e o comprimento da passada, resultando no déficit da economia de corrida fundamental no desempenho (WILLY; PAQUETTE, 2019). Mas para os idosos fisicamente ativos e insuficientemente ativos, essas possíveis alterações favoreceriam aos tropeços e conseqüentemente às quedas, condições que implicam no surgimento de comorbidades nos idosos (FRIED *et al.*, 2004). Assim, o nível de atividade física e o tipo de exercício podem ser fatores primordiais para um envelhecimento saudável.

Por isso, estudos mencionam que o nível de atividade física interfere diretamente para a manutenção da força e da massa muscular (MCKENDRY *et al.*, 2018), porém é nítido que com o avanço da idade grande parte da população idosa reduz o nível de atividade física ou se tornam inativos (ZAMPIERI *et al.*, 2015; SIMUNIC *et al.*, 2019; SHUR *et al.*, 2021). Neste estudo, quando correlacionado o nível de atividade física e o pico de torque dos extensores do joelho do grupo geral de idosos, foram encontradas correlações positivas e baixas. Ou seja, mesmo que baixa, pode-se dizer que conforme o nível de atividade física aumenta, a força muscular tende a aumentar na musculatura da coxa.

Uma possível explicação para os corredores não terem apresentado diferenças no pico de torque dos plantiflexores do tornozelo seria pela especificidade do treinamento. Mesmo sabendo que os músculos da panturrilha são bem requisitados na modalidade, pode ser que as adaptações musculares provenientes da corrida de resistência sejam mais atreladas à capacidade de trabalhar por longos períodos de tempo e não à capacidade de gerar força máxima (MACKEY *et al.*, 2014; WILKINSON, PIASECKI, ATHERTON, 2018).

Adicionalmente, estudos mostram que a redução da força muscular também pode estar relacionada a perda de neurônios motores, remodelação das unidades motoras e alterações no nível de ativação voluntária, o que leva a um declínio do número de fibras tipo II, resultando na redução da força máxima e

potência, que se traduz também a uma capacidade funcional reduzida nas tarefas da vida diária (CHAMBERS *et al.*, 2019; FRAGALA *et al.*, 2015; MCPHEE *et al.*, 2018; SHUR *et al.*, 2021). Neste estudo não analisamos as variáveis neuromusculares, mas no geral podemos considerar a importância da prática regular de atividade física na tentativa de protelar as modificações advindas com a idade.

Por fim, os resultados apresentados nas análises da função muscular do vasto lateral possibilitam aceitar parcialmente nossas hipóteses, já que o grupo de corredores apresentou valores mais próximos aos jovens e superiores aos seus pares da mesma idade e, mesmo que baixa, demonstrou nas correlações positivas que quanto maior o nível de atividade física maior também seriam os níveis de força. Em contrapartida, o gastrocnêmio lateral não apresentou resultado significativo, indicando que independente da modalidade ou idade os níveis de forças foram similares.

## **6.2. Nível de atividade física e a arquitetura muscular**

Com o envelhecimento pode ocorrer um declínio médio de 29% no volume do quadríceps femoral (CHAMBERS *et al.*, 2020) e alguns dos fatores que influenciam nesse declínio da massa muscular são alterações na arquitetura muscular (TICINESI *et al.*, 2017), como diminuição da área de secção transversa, comprimento do fascículo, espessura muscular e ângulo de penação (AAGGARD *et al.*, 2010; BAPTISTA; VAZ, 2009; TIMMINS *et al.*, 2016).

Um estudo comparando as variáveis musculares de idosos e jovens não atletas identificou que a massa muscular 28% menor do quadríceps foi a principal causa de fraqueza em idosos (MCPHEE *et al.*, 2018). Adicionalmente, idosos que efetuavam treinamento de resistência apresentaram resultados da arquitetura muscular superiores ao grupo controle de idosos sedentários (HAWKINS; WISWELL; MARCELL, 2003). Nesse sentido, esses dados corroboram com os nossos achados, já que o grupo de jovens apresentou maior área de secção transversa do vasto lateral quando comparado ao grupo de fisicamente ativos e insuficientemente ativos. Entretanto, o grupo de idosos corredores foi o único a manter os valores de AST similar aos jovens, indicando

que o treinamento sistematizado de corrida ao longo da vida pode ter contribuído para a preservação dessa variável.

Adicionalmente, a espessura muscular é um indicador indireto da AST (MIYATANI *et al.*, 2004) e, nesse caso, os idosos corredores também apresentaram valores absolutos próximos aos jovens no músculo vasto lateral (IC= 2,21cm; JA = 2,35cm) e diferença estatística em relação aos insuficientemente ativos (IIA = 1,82cm). Isso significa que a maior permanência no comportamento sedentário acarretará no desuso e poderá influenciar em alterações estruturais do músculo, como redução da área de secção transversa e espessura muscular (NARICI *et al.*, 2016; AMAGASA *et al.*, 2021). Contudo, para que ser fisicamente ativo pode ser suficiente para manter a espessura muscular em níveis similares as jovens.

O ângulo de penação e a área de secção transversa são relacionados com a produção de força máxima, ou seja, um maior ângulo de penação tende estar relacionado com uma maior área de secção transversa, possibilitando que o músculo gere mais força (ABE; KUMAGA; BRECHUE *et al.*, 2000). Já o comprimento do fascículo é relacionado com a velocidade de contração do músculo (BINZONI *et al.*, 2001). Estudos demonstram que pode ocorrer diminuição do AP e do CF em idosos sedentários (REABURN; DASCOMBE, 2008), contudo, em nossos achados não foram encontradas diferenças significativas para ângulo de penação e comprimento do fascículo em nenhum dos grupos, nem mesmo para os jovens.

Já no gastrocnêmio lateral, um estudo demonstrou redução do ângulo de penação e área de secção transversa de idosos saudáveis em comparação ao grupo controle de jovens (TICINESI *et al.*, 2017). Adicionalmente, foi descoberto que idosos apresentaram desempenho significativamente inferior do que jovens em tarefas projetadas para aumentar as demandas propulsivas da caminhada, isso devido a possíveis alterações no comprimento do fascículo e ângulo de penação (CONWAY; FRANZ, 2020; KUSCHEL, SONNENBURG, ENGEL, 2022). Nossos achados não apresentaram resultados significativos para nenhuma das variáveis da arquitetura muscular do gastrocnêmio lateral e, quando correlacionadas com o nível de atividade física no grupo geral de idosos, também não foram apresentadas nenhuma correlação.

Já nas correlações entre as variáveis do nível de atividade física e a arquitetura muscular do vasto lateral do grupo geral de idosos, foram observadas correlações positivas e baixas entre gasto calórico, passos diários, tempo leve e vigoroso com a área de secção transversa, comprimento do fascículo, espessura muscular e ângulo de penação. Mesmo sendo uma correlação fraca, esses resultados podem sugerir que há ganhos positivos nas variáveis da arquitetura muscular conforme ocorre o aumento do nível de atividade física (WILLY; PAQUETTE, 2019; TEIXEIRA *et al.*, 2022).

E o mesmo ocorre de forma inversa, em nossos achados observamos uma correlação negativa e baixa do tempo sedentário com área de secção transversa e ângulo de penação do vasto lateral, ou seja, mesmo sendo uma correlação fraca, o tempo sedentário poderia influenciar na diminuição da área de secção transversa, corroborando com a literatura sobre quanto maior o tempo sedentário há uma maior possibilidade de redução da massa muscular (SHUR *et al.*, 2021).

Por fim, esses achados nos possibilitam aceitar parcialmente nossas três hipóteses, isso porque mesmo que o gastrocnêmio lateral não tenha apresentado diferença significativa entre os grupos, nas variáveis da arquitetura muscular do vasto lateral foram encontradas. A espessura muscular e a área de secção transversa dos idosos corredores foi similar aos jovens ativos e superior aos seus pares da mesma idade (aceitando as hipóteses 2 e 3) e consequentemente aceitando também a primeira hipótese, onde sugerimos que o treinamento regular ao longo da vida pode contribuir para um envelhecimento saudável e protelar alterações advindas com a idade (MCKENDRY *et al.*, 2018; TICINESI *et al.*, 2017; SIMUNIC *et al.*, 2019; SHUR *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2024).

### **6.3. Nível de atividade física e composição muscular**

Na comparação da composição muscular, somente o grupo de jovens não apresentou alteração na composição dos músculos vasto lateral e gastrocnêmio lateral, resultado já esperado devido ao não acometimento das modificações advindas com o envelhecimento. Isso corrobora com outros achados, como um estudo que comparou idosos e jovens (n= 19 sujeitos para

cada grupo) e também apresentou como resultados intensidade do eco maior nos idosos do que nos jovens no quadríceps (NISHIHARA *et al.*, 2014).

Estudos mencionam que a partir dos 60 anos alterações na composição corporal está relacionada ao aumento da idade, ou seja, quanto mais velho maior a chance de infiltração de gordura no músculo e tecido conjuntivo (ARTS *et al.*, 2010; WATANABE *et al.*, 2013). Além disso, estudos indicam que homens mais velhos podem ter 59-127% a mais de gordura infiltrada na musculatura da coxa do que homens mais jovens (FRAGALA; KENNY; KUCHEL, 2015), dados que corroboram com nossos achados, já que o grupo de jovens apresentou quase 50% a menos de tecido não contrátil infiltrado no músculo do que os demais grupos do estudo, inclusive em relação aos idosos corredores.

A literatura também traz que os tecidos conjuntivo e muscular sofrem modificações mecânicas e morfológicas com o avanço da idade (KARAMANIDIS; ARAMPATZIS, 2006), o que pode acarretar em níveis reduzidos de força, pois o músculo deixa de contrair de forma eficiente (GUYTON; HALL, 2017; KUSCHEL, SONNENBURG, ENGEL, 2022). Adicionalmente, o aumento de tecido adiposo intermuscular, também chamado de miosteatose, somado à baixa massa muscular e associado à redução dos níveis de força caracteriza a sarcopenia relacionada à idade (TICINESI *et al.*, 2017), que pode ser agravada quando relacionada a alterações na função física do idoso.

Em nosso estudo, o grupo de jovens ativos apresentou menor intensidade do eco e maiores níveis de força no vasto lateral condizendo com a literatura sobre a intensidade do eco estar intimamente associada à força muscular (KUSCHEL, SONNENBURG, ENGEL, 2022). Entretanto, o mesmo não ocorreu com o gastrocnêmio lateral, podendo indicar que nem todos os músculos sofrem essas associações da mesma forma.

A respeito do nível de atividade física, um estudo longitudinal analisou a intensidade do eco da região do quadríceps relacionado ao envelhecimento e ao nível de atividade física. Um grupo de idosos praticava altos níveis de atividade física e o outro grupo foi formado por idosos insuficientemente ativos e sedentários. Verificou-se que os idosos mais treinados diminuíram a intensidade do eco ao longo de 4 anos de estudo, enquanto os idosos com baixos níveis de atividade física não tiveram alterações significativas (FUKUMOTO *et al.*, 2018).

Em nosso estudo, quando correlacionado a intensidade do eco com as variáveis do nível de atividade física não foram encontrados resultados significativos. Entretanto, mesmo não havendo correlação entre essas variáveis, precisamos considerar que as alterações na estrutura do músculo não ocorrem de forma isolada e que o nível de atividade física pode influenciar em outras variáveis, como aptidão cardiovascular e na capacidade funcional em diferentes grupos etários (CADORE *et al.*, 2012; FUKUMOTO; IKEZOE; YAMADA, 2012; MOMBIELA *et al.*, 2016; NISHIHARA *et al.*, 2014). Contudo, essas informações são apenas especulações, pois essas questões não foram abordadas nesse estudo.

Por fim, esses resultados a respeito da composição muscular refutam nossas hipóteses, pois a corrida não parece ser suficiente para retardar a infiltração de tecido não contrátil nos músculos conforme o avanço da idade. Além disso, considerávamos que devido ao treinamento crônico ao longo da vida, o grupo de idosos corredores poderia apresentar melhor composição muscular em relação aos fisicamente ativos e insuficientemente ativos e se assemelhar aos jovens ativos, mas não foi o que encontramos.

## 7. CONCLUSÃO

O objetivo geral deste estudo foi analisar as variáveis da função, arquitetura e composição muscular dos músculos vasto lateral e gastrocnêmio lateral de corredores masters de longas distâncias e comparar a idosos fisicamente ativos, insuficientemente ativos e jovens ativos. Alguns dos resultados apresentados sugerem que o treinamento de corrida ao longo da vida pode ser benéfico conforme o avanço da idade, preservando algumas variáveis musculares, visto que na espessura e área de secção transversa o grupo de corredores foi similar aos jovens ativos e superior aos insuficientemente ativos. Entretanto, não foi possível afirmar que o treinamento intenso dos corredores possibilitaria uma melhor adaptação em relação ao grupo de idosos fisicamente ativos, demonstrando que talvez a prática regular de exercício físico de acordo com as recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) já seja suficiente.

O presente estudo apresenta algumas limitações, como por exemplo, ao se tratar de um estudo de caráter transversal e consequentemente não poder estabelecer uma relação de causa e efeito entre as variáveis. Além disso, investigar as variáveis neuromusculares poderia ser um complemento aos resultados que encontramos. Nesse caso, a partir desta pesquisa, informações iniciais são apresentadas para que estudos longitudinais possam confirmá-las.

## 8. REFERÊNCIAS

AAGAARD, P.; MAGNUSSON, P. S.; LARSSON, B.; KJAER, M.; KRUSTRUP, P. Mechanical muscle function, morphology, and fiber type in lifelong trained elderly. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 39, n. 11, p. 1989-1996, 2007.

AAGAARD, P.; SUETTA, C.; CASEROTTI, P.; MAGNUSSON, S. P.; KJÆR, M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: Strength training as a countermeasure. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 20, n. 1, p. 49–64, 2010.

ABE, T.; KUMAGAI, K.; BRECHUE, W. F. Fascicle length of leg muscles is greater in sprinters than distance runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 6, p. 1125–1129, 2000.

ACSM. Exercise and physical activity for older adults. **The Physician and Sports medicine**, v. 27, n. 11, p. 115–142, 1999.

ADDISON, O.; MARCUS, R. L.; LASTAYO, P. C.; RYAN, A. S. Intermuscular fat: a review of the consequences and causes. **International journal of endocrinology**, v. 2014, 2014.

AKIMA, H.; YOSHIKO, A.; TOMITA, A.; ANDO, R.; SAITO, A.; OGAWA, M., KONDO, S.; TANAKA, N. I. Relationship between quadriceps echo intensity and functional and morphological characteristics in older men and women. **Archives of gerontology and geriatrics**, v. 70, p. 105–111, 2017.

ALVES, E. J. D. Envelhecimento populacional no Brasil e no mundo. Novas projeções da ONU. **Revista Longevidade**, p. 5–9, 2019.

ARNOLD, C. M.; GYURCSIK, N. C. Risk factors for falls in older adults with lower extremity arthritis: a conceptual framework of current knowledge and future



directions. **Physiotherapie Canada**, v. 64, n. 3, p. 302–314, 2012.

ATKINSON, G.; NEVILL, A. M. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. **Sports medicine**, v. 26, n. 4, p. 217–238, 1998.

BAPTISTA, M. T.; NASCIMENTO, F. X. M. do; NARDES, L. K.; MATTA, T. T. DA; OLIVEIRA, L. F. de. Influência de posições do joelho no torque e atividade mioelétrica do tríceps sural na flexão plantar isométrica máxima. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 28, n. 2, p. 197-202, 2014.

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

BASSEY, E. J.; FIATARONE, M. A.; O'NEILL, E. F.; KELLY, M.; EVANS, W. J.; LIPSITZ, L. A. Leg extensor power and functional performance in very old men and women. **Clinical science**, v. 82, n. 3, p. 321–327, 1992.

BATT, M. E.; TANJI, J.; BÖRJESSON, M. Exercise at 65 and beyond. **Sports medicine**, v. 43, n. 7, p. 525–530, 2013.

BEARD, J. R.; OFFICER, A.; DE CARVALHO, I. A.; SADANA, R.; POT, A. M.; MICHEL, J. P.; LLOYD-SHERLOCK, P.; EPPING-JORDAN, J. E.; PEETERS, G.; MAHANANI, W. R.; THIYAGARAJAN, J. A.; CHATTERJI, S. The World report on ageing and health: a policy framework for healthy ageing. **Lancet**, v. 387, n. 10033, p. 2145–2154, 2016.

BEATTIE, K.; CARSON, B. P.; LYONS, M.; ROSSITER, A.; KENNY, I. C. The Effect of Strength Training on Performance Indicators in Distance Runners. **Journal of strength and conditioning research**, v. 31, n. 1, p. 9–23, 2017.

BENJAFIELD, A. J.; KILLINGBACK, A.; ROBERTSON, C. J.; ADDS, P. J. An

investigation into the architecture of the vastus medialis oblique muscle in athletic and sedentary individuals: an in vivo ultrasound study. **Clinical anatomy**, v. 28, n. 2, p. 262–268, 2015.

BINZONI, T.; BIANCHI, S.; HANQUINET, S.; KAE LIN, A.; SAYEGH, Y.; DUMONT, M.; JÉQUIER, S. Human gastrocnemius medialis pennation angle as a function of age: from newborn to the elderly. **Journal of physiological anthropology and applied human science**, v. 20, n. 5, p. 293–298, 2001.

BLAGROVE, R. C.; HOWATSON, G.; HAYES, P. R. Effects of Strength Training on the Physiological Determinants of Middle- and Long-Distance Running Performance: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 48, n. 5, p. 1117–1149, 2018. Springer International Publishing.

BLAZE VICH, A. J.; GILL, N. D.; ZHOU, S. Intra- and intermuscular variation in human quadriceps femoris architecture assessed in vivo. **Journal of anatomy**, v. 209, n. 3, p. 289–310, 2006.

DE BOER, M. D.; SEYNNES, O. R.; DI PRAMPERO, P. E.; PISOT, R.; MEKJAVIĆ, I. B.; BIOLO, G.; NARICI, M. V. Effect of 5 weeks horizontal bed rest on human muscle thickness and architecture of weight bearing and non-weight bearing muscles. **European journal of applied physiology**, v. 104, n. 2, p. 401–407, 2008.

BONGARD, V.; MCDERMOTT, A. Y.; DALLAL, G. E.; SCHAEFER, E. J. Effects of age and gender on physical performance. **Age**, v. 29, n. 2-3, p. 77–85, 2007. BOOTH, F. W.; LAYE, M. J.; ROBERTS, M. D. Lifetime sedentary living accelerates some aspects of secondary aging. **Journal of applied physiology**, v. 111, n. 5, p. 1497–1504, 2011.

BORGEN N. T. Running Performance,  $VO_{2max}$ , and Running Economy: The Widespread Issue of Endogenous Selection Bias. **Sports medicine**, v. 48, n. 5, p. 1049–1058, 2018.

BORGES, N.; REABURN, P.; DRILLER, M.; ARGUS, C. Age-Related Changes in Performance and Recovery Kinetics in Masters Athletes: A Narrative Review. **Journal of aging and physical activity**, v. 24, n. 1, p. 149–157, 2016.

BRAUER JUNIOR, A.B.; DA SILVA, A.E.L.; TEIXEIRA, J.; VILLAREJO-MAYOR, J.J.; BENTO, P.C.B. *Journal of Physical Education and Sport*® (JPES), Vol. 23 (issue 7), Art 219, pp. 1794 - 1803, July 2023. ISSN: 2247 - 806X; p-ISSN: 2247 – 8051; ISSN - L = 2247 - 8051 © JPES.

BRISSWALTER, J.; NOSAKA, K. Neuromuscular factors associated with decline in long-distance running performance in master athletes. **Sports medicine**, v. 43, n. 1, p. 51–63, 2013.

BYRNE, C.; FAURE, C.; KEENE, D. J.; LAMB, S. E. Ageing, Muscle Power and Physical Function: A Systematic Review and Implications for Pragmatic Training Interventions. **Sports medicine**, v. 46, n. 9, p. 1311–1332, 2016.

CADORE, E. L.; IZQUIERDO, M.; CONCEIÇÃO, M.; RADAELLI, R.; PINTO, R. S.; BARONI, B. M.; VAZ, M. A.; ALBERTON, C. L.; PINTO, S. S.; CUNHA, G.; BOTTARO, M.; KRUEL, L. F. Echo intensity is associated with skeletal muscle power and cardiovascular performance in elderly men. **Experimental gerontology**, v. 47, n. 6, p. 473–478, 2012.

CARESIO, C.; MOLINARI, F.; EMANUEL, G.; MINETTO, M. A. Muscle echo intensity: reliability and conditioning factors. **Clinical physiology and functional imaging**, v. 35, n. 5, p. 393–403, 2015.

CHAMBERS, T. L.; BURNETT, T. R.; RAUE, U.; LEE, G. A.; FINCH, W. H.; GRAHAM, B. M.; TRAPPE, T. A.; TRAPPE, S. Skeletal muscle size, function, and adiposity with lifelong aerobic exercise. **Journal of applied physiology**, v. 128, n. 2, p. 368–378, 2019.

CLANSEY, A. C.; LAKE, M. J.; WALLACE, E. S.; FEEHALLY, T.; HANLON, M. Can Trained Runners Effectively Attenuate Impact Acceleration During Repeated

High-Intensity Running Bouts?. **Journal of applied biomechanics**, v. 32, n. 3, p. 261–268, 2016.

CLARK, B. C.; MANINI, T. M. Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. **Current opinion in clinical nutrition and metabolic care**, v. 13, n. 3, p. 271–276, 2010.

CLIMSTEIN, M.; WALSH, J.; HEAZLEWOOD, T.; DEBELISO, M. Endurance masters athletes: A model of successful ageing with clinically superior BMI? **The Sport Journal**, v. 21, 2019.

COOPER, M. A.; HERDA, T. J.; WALTER-HERDA, A. A.; COSTA, P. B.; RYAN, E. D.; CRAMER, J. T. The reliability of the interpolated twitch technique during submaximal and maximal isometric muscle actions. **Journal of strength and conditioning research**, v. 27, n.10, p. 2909–2913, 2013.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO. **Summit destaca Corrida Segura e crescimento do mercado de corridas de rua no Brasil**. 2025. Disponível em: <https://cbat.org.br/noticia/106609/summit-destaca-corrida-segura-e-crescimento-do-mercado-de-corridas-de-rua-no-brasil>. Acesso em: 06 de julho de 2025.

DEGENS, H.; MADEN-WILKINSON, T. M.; IRELAND, A.; KORHONEN, M. T., SUOMINEN, H.; HEINONEN, A.; RADAK, Z.; MCPHEE, J. S.; RITTWEGER, J. Relationship between ventilatory function and age in master athletes and a sedentary reference population. **Age**, v. 35, n. 3, p. 1007–1015, 2013.

DOTAN, R.; MITCHELL, C. J.; COHEN, R.; GABRIEL, D.; KLENTROU, P.; FALK, B. Explosive sport training and torque kinetics in children. **Applied physiology, nutrition, and metabolism**. v. 38, n. 7, p. 740–745, 2013.

DREY, M.; SIEBER, C. C.; DEGENS, H.; MCPHEE, J.; KORHONEN, M. T.; MÜLLER, K.; GANSE, B.; RITTWEGER, J. Relation between muscle mass, motor units and type of training in master athletes. **Clinical physiology and**

**functional imaging**, v. 36, n. 1, p. 70–76, 2016.

DUBÉ, J. J.; BROSKEY, N. T.; DESPINES, A. A.; STEFANOVIC-RACIC, M.; TOLEDO, F. G.; GOODPASTER, B. H.; AMATI, F. Muscle Characteristics and Substrate Energetics in Lifelong Endurance Athletes. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 48, n. 3, p. 472–480, 2016.

ERELINE, J.; GAPEYEVA, H.; PÄÄSUKE, M. Comparison of twitch contractile properties of plantarflexor muscles in Nordic combined athletes, cross-country skiers, and sedentary men. **European Journal of Sport Science**, v. 11, n. 1, p. 61-67, 2011.

FAULKNER, J. A.; DAVIS, C. S.; MENDIAS, C. L.; BROOKS, S. V. The aging of elite male athletes: age-related changes in performance and skeletal muscle structure and function. **Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine**, v. 18, n. 6, 501–507, 2008.

FESTA, L., TAPERI, C., SKROCE, K., LA TORRE, A., & SCHENA, F. Effects of different training intensity distribution in recreational runners. **Frontiers in sports and active living**, v. 1, p. 70, 2020.

FRAGALA, M. S.; KENNY, A. M.; KUCHEL, G. A. Muscle quality in aging: a multi-dimensional approach to muscle functioning with applications for treatment. **Sports medicine**, v. 45, n. 5, p. 641–658, 2015

DE FREITAS, V. H.; MILOSKI, B.; BARA FILHO, M. G. Quantificação da carga de treinamento através do método percepção subjetiva do esforço da sessão e desempenho no futsal. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 14, n. 1, 73-82, 2012.

FRIED, L. P.; FERRUCCI, L.; DARER, J.; WILLIAMSON, J. D.; ANDERSON, G. Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. **The journals of gerontology**, v. 59, n. 3, 255–263, 2004.

FRONTERA, W. R.; SUH, D.; KRIVICKAS, L. S.; HUGHES, V. A.; GOLDSTEIN, R.; ROUBENOFF, R. Skeletal muscle fiber quality in older men and women. **American journal of physiology**, v. 279, n. 3, p. 611–C618, 2000.

FUKUMOTO, Y.; YAMADA, Y.; IKEZOE, T.; WATANABE, Y.; TANIGUCHI, M.; SAWANO, S.; MINAMI, S.; ASAI, T.; KIMURA, M.; ICHIHASHI, N. Association of physical activity with age-related changes in muscle echo intensity in older adults: a 4-year longitudinal study. **Journal of applied physiology**, v. 125, n. 5, p. 1468–1474, 2018.

FUKUMOTO, Y.; IKEZOE, T.; YAMADA, Y.; TSUKAGOSHI, R.; NAKAMURA, M.; MORI, N.; KIMURA, M.; ICHIHASHI, N. Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. **European journal of applied physiology**, v. 112, n. 4, p. 1519–1525, 2012.

FUKUNAGA, T.; KAWAKAMI, Y.; KUNO, S.; FUNATO, K.; FUKASHIRO, S. Muscle architecture and function in humans. **Journal of biomechanics**, v. 30, n. 5, p. 457–463, 1997.

FUKUTANI, A.; KURIHARA, T. Comparison of the muscle fascicle length between resistance-trained and untrained individuals: cross-sectional observation. **SpringerPlus**, v. 4, p. 341, 2015.

GANDEVIA S. C. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. **Physiological reviews**, v. 81, n. 4, p. 1725–1789, 2001.

GANSE, B.; GANSE, U.; DAHL, J.; DEGENS, H. Linear Decrease in Athletic Performance During the Human Life Span. **Frontiers in physiology**, v. 9, p. 1100, 2018.

GAST, U.; BELAVÝ, D. L.; ARMBRECHT, G.; KUSY, K.; LEXY, H.; RAWER, R.; RITTWEGER, J.; WINWOOD, K.; ZIELIŃSKI, J.; FELSENBURG, D. Bone

density and neuromuscular function in older competitive athletes depend on running distance. **Osteoporosis international: a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA**, v. 24, n. 7, p. 2033–2042, 2013.

GEARD, D.; REABURN, P.; REBAR, A. L.; DIONIGI, R. A. Masters Athletes: Exemplars of Successful Aging?. **Journal of aging and physical activity**, v. 25, n. 3, p. 490–500, 2016.

GENTIL, P. **Bases científicas do treinamento de hipertrofia**. Sprint, 2006.  
GLATT, S. J.; CHAYAVICHITSILP, P.; DEPP, C.; SCHORK, N. J.; JESTE, D. V. Successful aging: from phenotype to genotype. **Biological psychiatry**, v. 62, n. 4, p. 282–293, 2007.

GOMES, A. C. **Treinamento desportivo: estruturação e periodização**. Artmed, 2009.

GOODPASTER, B. H.; CARLSON, C. L.; VISSER, M.; KELLEY, D. E.; SCHERZINGER, A.; HARRIS, T. B.; STAMM, E.; NEWMAN, A. B. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: The Health ABC Study. **Journal of applied physiology**, v. 90, n. 6, p. 2157–2165, 2001.

GOODPASTER, B. H.; CHOMENTOWSKI, P.; WARD, B. K.; ROSSI, A.; GLYNN, N. W.; DELMONICO, M. J.; KRITCHEVSKY, S. B.; PAHOR, M.; NEWMAN, A. B. Effects of physical activity on strength and skeletal muscle fat infiltration in older adults: a randomized controlled trial. **Journal of applied physiology**, v. 105, n. 5, p. 1498–1503, 2008.

GOODPASTER, B. H.; PARK, S. W.; HARRIS, T. B.; KRITCHEVSKY, S. B.; NEVITT, M.; SCHWARTZ, A. V.; SIMONSICK, E. M.; TYLAVSKY, F. A.; VISSER, M.; NEWMAN, A. B. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. **The journals of gerontology**, v. 61, n. 10, p. 1059–1064, 2006.

GREMEAUX, V.; GAYDA, M.; LEPERS, R.; SOSNER, P.; JUNEAU, M.; NIGAM, A. Exercise and longevity. **Maturitas**, v. 73, n. 4, p. 312–317, 2012.

GRIES, K. J.; RAUE, U.; PERKINS, R. K.; LAVIN, K. M.; OVERSTREET, B. S.; D'ACQUISTO, L. J.; GRAHAM, B.; FINCH, W. H.; KAMINSKY, L. A.; TRAPPE, T. A.; TRAPPE, S. Cardiovascular and skeletal muscle health with lifelong exercise. **Journal of applied physiology**, v. 125, n. 5, p. 1636–1645, 2018.

GUYTON, A. C.; HALL, J. **Tratado de fisiologia médica**. 13. ed. Rio de Janeiro, 2017.

HAMILL, JOSEPH; KNUTZEN, K. M. Anatomia funcional dos membros inferiores. **Bases biomecânicas do movimento humano**, v. 1 ed., p. 201–84, 1999.

HAMNER, S. R.; SETH, A.; DELP, S. L. Muscle contributions to propulsion and support during running. **Journal of biomechanics**, v. 43, n. 14, p. 2709–2716, 2010.

HARBO, T.; BRINCK, J.; ANDERSEN, H. Maximal isokinetic and isometric muscle strength of major muscle groups related to age, body mass, height, and sex in 178 healthy subjects. **European journal of applied physiology**, v. 112, n. 1, p. 267–275, 2012.

HARPER, S. Economic and social implications of aging societies. **Science**, v. 346, n. 6209, p. 587–591, 2014.

HASKELL, W. L.; LEE, I. M.; PATE, R. R.; POWELL, K. E.; BLAIR, S. N.; FRANKLIN, B. A.; MACERA, C. A.; HEATH, G. W.; THOMPSON, P. D.; BAUMAN, A. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 39, n. 8, p. 1423–1434, 2007.

HAWKINS, S. A.; WISWELL, R. A.; MARCELL, T. J. Exercise and the master



athlete--a model of successful aging?. **The journals of gerontology**, v. 58, n. 11, p. 1009–1011, 2003.

HEO, J.; CULP, B.; YAMADA, N.; WON, Y. Promoting successful aging through competitive sports participation: insights from older adults. **Qualitative health research**, v. 23, n. 1, p. 105–113, 2013.

HENDELMAN, D.; MILLER, K.; BAGGETT, C.; DEBOLD, E.; FREEDSON, P. Validity of accelerometry for the assessment of moderate intensity physical activity in the field. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 9, p. 442–449, 2000.

HEPPLE, R. T.; RICE, C. L. Innervation and neuromuscular control in ageing skeletal muscle. **The Journal of physiology**, v. 594, n. 8, p. 1965–1978, 2016.  
HERBERT, P.; HAYES, L. D.; SCULTHORPE, N.; GRACE, F. M. High-intensity interval training (HIIT) increases insulin-like growth factor-I (IGF-I) in sedentary aging men but not masters' athletes: an observational study. **Aging Male**, v. 20, n. 1, p. 54–59, 2017.

HESPANHOL JUNIOR, L. C.; COSTA, L. O.; CARVALHO, A. C. LOPES, A. D. A description of training characteristics and its association with previous musculoskeletal injuries in recreational runners: a cross-sectional study. **Revista brasileira de fisioterapia**, v. 16, n. 1, p. 46–53, 2012.

HOPKINS W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports medicine**, v. 30, n. 1, p. 1–15, 2000.

HUNG, W. W.; ROSS, J. S.; BOOCKVAR, K. S.; SIU, A. L. Recent trends in chronic disease, impairment and disability among older adults in the United States. **BMC geriatrics**, v. 11, n. 47, 2011.

IBGE. **Viver bem e cada vez mais**. A Revista do IBGE, p. 20, 2019. Disponível em: <[https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com\\_mediaibge/arquivos/d4581e6bc87ad8768073f974c0a1102b.pdf](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/d4581e6bc87ad8768073f974c0a1102b.pdf)>.

INFANTOLINO, B. W.; GALES, D. J.; WINTER, S. L.; CHALLIS, J. H. The validity of ultrasound estimation of muscle volumes. **Journal of applied biomechanics**, v. 23, n. 3, p. 213–217, 2007.

JADOUL, M.; MALGHEM, J.; VANDE BERG, B.; VAN YPERSELE DE STRIHOU, C. Ultrasonographic detection of thickened joint capsules and tendons as marker of dialysis-related amyloidosis: a cross-sectional and longitudinal study. *Nephrology, dialysis, transplantation: official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association*, v. 8, n. 10, p. 1104–1109, 1993.

KARAMANIDIS, K.; ARAMPATZIS, A. Mechanical and morphological properties of human quadriceps femoris and triceps surae muscle-tendon unit in relation to aging and running. **Journal of biomechanics**, v. 39, n. 3, p. 406–417, 2006.

KATZEL, L. I.; SORKIN, J. D.; FLEG, J. L. A comparison of longitudinal changes in aerobic fitness in older endurance athletes and sedentary men. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 49, n. 12, p. 1657–1664, 2001.

KENT-BRAUN J. A. Noninvasive measures of central and peripheral activation in human muscle fatigue. **Muscle & nerve**. Supplement, v. 5, p. 98–101, 1997.

KIRKENDALL, D. T.; GARRETT JR, W. The effects of aging and training on skeletal muscle. **The American journal of sports medicine**, v. 26, n. 4, p. 598–602, 1998.

KNECHTLE, B.; RÜST, C. A.; KNECHTLE, P.; ROSEMANN, T. Does Muscle Mass Affect Running Times in Male Long-distance Master Runners?. **Asian journal of sports medicine**, v. 3, n. 4, p. 247–256, 2012.

KORHONEN, M. T.; CRISTEA, A.; ALÉN, M.; HÄKKINEN, K.; SIPILÄ, S.; MERO, A.; VIITASALO, J. T.; LARSSON, L.; SUOMINEN, H. Aging, muscle fiber type, and contractile function in sprint-trained athletes. **Journal of applied physiology**, v. 101, n. 3, p. 906–917, 2006.

KOSTER, A.; DING, J.; STENHOLM, S.; CASEROTTI, P.; HOUSTON, D. K.; NICKLAS, B. J.; YOU, T.; LEE, J. S.; VISSER, M.; NEWMAN, A. B.; SCHWARTZ, A. V.; CAULEY, J. A.; TYLAVSKY, F. A.; GOODPASTER, B. H.; KRITCHEVSKY, S. B.; HARRIS, T. B.; HEALTH ABC STUDY. Does the amount of fat mass predict age-related loss of lean mass, muscle strength, and muscle quality in older adults?. **The journals of gerontology**, v. 66, n. 8, p. 888–895, 2011.

KUBO, K.; KANEHISA, H.; AZUMA, K.; ISHIZU, M.; KUNO, S. Y.; OKADA, M.; FUKUNAGA, T. Muscle architectural characteristics in young and elderly men and women. **International journal of sports medicine**, v. 24, n. 2, p. 125–130, 2003.

KUSY, K.; ZIELIŃSKI, J. Sprinters versus long-distance runners: how to grow old healthy. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 43, n. 1, p. 57–64, 2015.

LAKATTA, E. G.; LEVY, D. Arterial and cardiac aging: major shareholders in cardiovascular disease enterprises: Part I: aging arteries: a "set up" for vascular disease. **Circulation**, v. 107, n. 1, p. 139–146, 2003.

LAZARUS, N. R.; HARRIDGE, S. D. Inherent ageing in humans: the case for studying master athletes. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 17, n. 5, p. 461–463, 2007.

LEMEZ, S.; BAKER, J. Do Elite Athletes Live Longer? A Systematic Review of Mortality and Longevity in Elite Athletes. **Sports medicine**, v. 1, n. 1, 16, 2015.

LEPERS, R.; CATTAGNI, T. Age-related decline in endurance running performance - an example of a multiple World records holder. Applied physiology, nutrition, and metabolism. **Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme**, v. 43, n. 1, p. 98–100, 2018.

LEYK, D.; RÜTHER, T.; WUNDERLICH, M.; SIEVERT, A.; ELFELD, D.; WITZKI, A.; ERLEY, O.; KÜCHMEISTER, G.; PIEKARSKI, C.; LÖLLGEN, H. Leistungsfähigkeit im mittleren und höheren Lebensalter – Gute Nachrichten für eine inaktive und alternde Gesellschaft. **Deutsches Ärzteblatt international**, v. 107, p. 809-816, 2010.

DE LEEUW, A. W.; MEERHOFF, L. A.; KNOBBE, A. Effects of Pacing Properties on Performance in Long-Distance Running. **Big data**, v. 6, n. 4, p. 248–261, 2018.

LIEBER, R. L.; FRIDÉN, J. Clinical significance of skeletal muscle architecture. **Clinical orthopaedics and related research**, v. 383, p. 140–151, 2001.

LIXANDRÃO, M. E.; UGRINOWITSCH, C.; BOTTARO, M.; CHACON-MIKAHIL, M. P.; CAVAGLIERI, C. R.; MIN, L. L.; DE SOUZA, E. O.; LAURENTINO, G. C.; LIBARDI, C. A. Vastus lateralis muscle cross-sectional area ultrasonography validity for image fitting in humans. **Journal of strength and conditioning research**, v. 28, n. 11, p. 3293–3297, 2014.

LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. Anthropometric standardization reference manual. **Champaign: Human kinetics books**, v. 177, p. 3-8, 1988.

LOUIS, J.; HAUSSWIRTH, C.; EASTHOPE, C.; BRISSWALTER, J. Strength training improves cycling efficiency in master endurance athletes. **European journal of applied physiology**, v. 112, n. 2, p. 631–640, 2012.

MACKEY, A. L.; KARLSEN, A.; COUPPÉ, C.; MIKKELSEN, U. R.; NIELSEN, R. H.; MAGNUSSON, S. P.; KJAER, M. Differential satellite cell density of type I and II fibres with lifelong endurance running in old men. **Acta physiologica**, v. 210, n. 3, p. 612–627, 2014.

MADEN-WILKINSON, T. M.; MCPHEE, J. S.; JONES, D. A. DEGENS, H. Age-related loss of muscle mass, strength, and power and their association with mobility in recreationally-active older adults in the United Kingdom. **Journal of aging and physical activity**, v. 23, n. 3, p. 352–360, 2015.

MALTA, Deborah Carvalho et al. Fatores de risco e proteção para doenças

crônicas por inquérito telefônico nas capitais brasileiras, Vigitel 2014. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 18, p. 238-255, 2015.

MANI, D.; ALMUKLASS, A. M.; HAMILTON, L. D.; VIEIRA, T. M.; BOTTER, A.; ENOKA, R. M. Motor unit activity, force steadiness, and perceived fatigability are correlated with mobility in older adults. **Journal of neurophysiology**, v. 120, n. 4, p. 1988–1997, 2018.

MASSELLI, I.B.; WU, D.S.K.; PINHEDO, H. A. Manual básico de ultrassonografia. **São Paulo: Departamento de Diagnóstico por Imagem da UNIFESP**, 2013.

MAU-MOELLER, A.; BEHRENS, M.; LINDNER, T.; BADER, R.; BRUHN, S. Age-related changes in neuromuscular function of the quadriceps muscle in physically active adults. **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 23, n. 3, p. 640–648, 2013.

MCKENDRY, J.; BREEN, L.; SHAD, B. J.; GREIG, C. A. Muscle morphology and performance in master athletes: A systematic review and meta-analyses. **Ageing Research Reviews**, v. 45, n. March, p. 62–82, 2018.

MCLEOD, M.; BREEN, L.; HAMILTON, D. L.; PHILP, A. Live strong and prosper: the importance of skeletal muscle strength for healthy ageing. **Biogerontology**, v. 17, n. 3, p. 497–510, 2016.

MCPHEE, J. S.; CAMERON, J.; MADEN-WILKINSON, T.; PIASECKI, M.; YAP, M. H.; JONES, D. A.; DEGENS, H. The Contributions of Fiber Atrophy, Fiber Loss, In Situ Specific Force, and Voluntary Activation to Weakness in Sarcopenia. **The journals of gerontology**, v. 7, n. 10, p. 1287–1294, 2018.

MENEGUCI, J. S.; TELES, D. A.; SILVA, R. B.; SANTOS, R. G.; SASAKI, J. E, TRIBESS, S.; DAMIÃO, R.; JÚNIOR, J. S. V. Comportamento sedentário: conceito, implicações fisiológicas e os procedimentos de avaliação. **Motricidade**, v. 11, n. 1, p. 160-174, 2015.

MIKKELSEN, U. R.; COUPPÉ, C.; KARLSEN, A.; GROSSET, J. F.; SCHJERLING, P.; MACKEY, A. L.; KLAUSEN, H. H.; MAGNUSSON, S. P.; KJAER, M. Life-long endurance exercise in humans: circulating levels of inflammatory markers and leg muscle size. **Mechanisms of ageing and development**, v. 134, n.11-12, p. 531–540, 2013.

MILLER, M. S.; CALLAHAN, D. M; TOTH, M. J. Skeletal muscle myofilament adaptations to aging, disease, and disuse and their effects on whole muscle performance in older adult humans. **Frontiers in physiology**, v. 5, n. 369, 2014.

MITCHELL, C. J.; CHURCHWARD-VENNE, T. A.; WEST, D. W.; BURD, N. A.; BREEN, L.; BAKER, S. K.; PHILLIPS, S. M. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. **Journal of applied physiology**, v. 113, n. 1, p. 71–77, 2012.

MIYATANI, M.; KANEHISA, H.; ITO, M.; KAWAKAMI, Y.; FUKUNAGA, T. The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups. **European journal of applied physiology**, v. 91, n. 2-3, p. 264–272, 2004.

MORELAND, J. D.; RICHARDSON, J. A.; GOLDSMITH, C. H.; CLASE, C. M. 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.

NARICI, M.; FRANCHI, M.; MAGANARIS, C. Muscle structural assembly and functional consequences. **The Journal of experimental biology**, v. 219, n. 2, p. 276–284, 2016.

NISHIHARA, K.; KAWAI, H.; KERA, T.; HIRANO, H.; WATANABE, Y.; FUJIWARA, Y.; IHARA, K.; KIM, H.; TANAKA, M.; OBUCHI, S. Correlation of physical function with the thickness of multiple muscles of the quadriceps femoris in community-dwelling elderly individuals. **Clinical interventions in aging**, v. 13,

p. 1945–1951, 2018.

NOORKOIV, M.; NOSAKA, K.; BLAZEIVICH, A. J. Assessment of quadriceps muscle cross-sectional area by ultrasound extended-field-of-view imaging. **European journal of applied physiology**, v. 109, n. 4, p. 631–639, 2010.

O'LOUGHLIN EK, SABISTON CM, DEJONGE ML, LUCIBELLO KM, O'LOUGHLIN JL. Associations among physical activity tracking, physical activity motivation and level of physical activity in young adults. *Journal of Health Psychology*. 2021;27(8):1833-1845. doi:[10.1177/13591053211008209](https://doi.org/10.1177/13591053211008209).

ORGANIZATION, W. H. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour: at a glance. Geneva: World Health Organization; 2020. ISBN 978-65-00-15021-6 (versão digital).

ORGANIZATION, W. H. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. **Port of a WHO expert committee**, Geneva, v. 854, n. 11, p. 113–152, 2016.

PAGE, M. J., *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **Bmj**, v. 372, 2021.

PARDINI, R.; MATSUDO, S.; ARAÚJO, T.; MATSUDO, V.; ANDRADE, E.; BRAGGION, G.; RASO, V. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ-versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. **Revista brasileira de ciência e movimento**, v. 9, n. 3, p. 45-52, 2008.

PATE, R. R.; O'NEILL, J. R.; LOBELO, F. The evolving definition of "sedentary". **Exercise and sport sciences reviews**, v. 36, n. 4, p. 173–178, 2008.

PEIFFER, J.; ABBISS, C. R.; SULTANA, F.; BERNARD, T.; BRISSWALTER, J.

Comparison of the influence of age on cycling efficiency and the energy cost of running in well-trained triathletes. **European journal of applied physiology**, v. 116, n. 1, p. 195–201, 2016.

PERKISAS, S.; DE COCK, A.; VERHOEVEN, V.; VANDEWOUDE, M. Physiological and architectural changes in the ageing muscle and their relation to strength and function in sarcopenia. **European Geriatric Medicine**, v. 7, n. 3, p. 201–206, 2016.

PETRELLA, J. K.; KIM, J. S.; TUGGLE, S. C.; HALL, S. R.; BAMMAN, M. M. Age differences in knee extension power, contractile velocity, and fatigability. **Journal of applied physiology**, v. 98, n. 1, p. 211–220, 2005.

PIASECKI, M.; IRELAND, A.; STASHUK, D.; HAMILTON-WRIGHT, A.; JONES, D. A.; MCPHEE, J. S. Age-related neuromuscular changes affecting human vastus lateralis. **The Journal of physiology**, v. 594, n. 16, p. 4525–4536, 2016.

PLATONOV, V. N. **Tratado geral de treinamento desportivo**. Phorte, 2008.

POLLOCK, R. D.; CARTER, S.; VELLOSO, C. P.; DUGGAL, N. A.; LORD, J. M.; LAZARUS, N. R.; HARRIDGE, S. D. An investigation into the relationship between age and physiological function in highly active older adults. **The Journal of physiology**, v. 593, n. 3, p. 657–680, 2015.

POWER, G. A.; ALLEN, M. D.; GILMORE, K. J.; STASHUK, D. W.; DOHERTY, T. J.; HEPPLER, R. T.; TAIVASSALO, T.; RICE, C. L. Motor unit number and transmission stability in octogenarian world class athletes: Can age-related deficits be outrun?. **Journal of applied physiology**, v. 121, n. 4, p. 1013–1020, 2016.

POWER, G. A.; DALTON, B. H.; RICE, C. L. Human neuromuscular structure and function in old age: A brief review. **Journal of Sport and Health Science**, v. 2, n. 4, p. 215–226, 2013.



PREFEITURA DE CURITIBA. **Maratona de Curitiba aparece pela primeira vez no ranking das 200 melhores do mundo e é a terceira melhor do Brasil.** 2025. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/maratona-de-curitiba-aparece-pela-primeira-vez-no-ranking-das-200-melhores-do-mundo-e-e-a-terceira-melhor-do-brasil/75674#:~:text=A%20maratona%20de%20Curitiba%20aconteceu,e%20de%2019%20nacionalidades%20diferentes>. Acesso em: 06 de julho de 2025.

QIAO, Y.; BLACKWELL, T.L.; CAWTHON, P.M.; COEN, P.M.; CUMMINGS, S.R.; DISTEFANO, G.; FARSIJANI, S.; FORMAN, D.E.; GOODPASTER, B.H.; KRITCHEVSKY, S.B.; MAU, T.; TOLEDO, F.G.S.; NEWMAN, A.B.; GLYNN, N.W. Associations of accelerometry-measured and self-reported physical activity and sedentary behavior with skeletal muscle energetics: The Study of Muscle, Mobility and Aging (SOMMA), *Journal of Sport and Health Science*, Volume 13, Issue 5, 2024, Pages 621-630, ISSN 2095-2546, <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2024.02.001>.

QUINLAN, J. I.; MAGANARIS, C. N.; FRANCHI, M. V.; SMITH, K.; ATHERTON, P. J.; SZEWCZYK, N. J.; GREENHAFF, P. L.; PHILLIPS, B. E.; BLACKWELL, J. I.; BOEREBOOM, C.; WILLIAMS, J. P.; LUND, J.; NARICI, M. V. Muscle and Tendon Contributions to Reduced Rate of Torque Development in Healthy Older Males. **The journals of gerontology**, v. 73, n. 4, p. 539–545, 2018.

RANDELL, L. B.; VENER, J.; HUBERTY, J. Masters Athletes: An analysis of running, swimming and cycling performance by age and gender. **Journal of Exercise Science & Fitness**, v. 7, p. 61-73, 2009.

REABURN, P.; DASCOMBE, B. Endurance performance in masters athletes. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 5, n. 1, p. 31–42, 2008.  
REABURN, P., & DASCOMBE, B. J. Anaerobic performance in másters athletes. **European review of aging and physical activity**, v. 6, n. 1, p. 39-53, 2009.

REEVES, N. D.; MAGANARIS, C. N.; NARICI, M. V. Ultrasonographic

assessment of human skeletal muscle size. **European journal of applied physiology**, v. 91, n. 1, p. 116–118, 2004.

REID, K. F.; PASHA, E.; DOROS, G.; CLARK, D. J.; PATTEN, C.; PHILLIPS, E. M.; FRONTERA, W. R.; FIELDING, R. A. Longitudinal decline of lower extremity muscle power in healthy and mobility-limited older adults: influence of muscle mass, strength, composition, neuromuscular activation and single fiber contractile properties. **European journal of applied physiology**, v. 114, n. 1, p. 29–39, 2014.

ROZAND, V.; SENEFELD, J. W.; SUNDBERG, C. W.; SMITH, A. E.; HUNTER, S. K. Differential effects of aging and physical activity on corticospinal excitability of upper and lower limb muscles. **Journal of neurophysiology**, v. 122, n. 1, p. 241–250, 2019.

SANZ-LÓPEZ, F.; MARTÍNEZ-AMAT, A.; HITA-CONTRERAS, F.; VALERO-CAMPO, C.; BERZOSA, C. Thermographic Assessment of Eccentric Overload Training Within Three Days of a Running Session. **Journal of strength and conditioning research**, v. 30, n. 2, p. 504–511, 2016.

SEALS, D. R.; JUSTICE, J. N.; LAROCCA, T. J. Physiological geroscience: targeting function to increase healthspan and achieve optimal longevity. **The Journal of physiology**, v. 594, n. 8, p. 2001–2024, 2016.

SEALS, D. R.; MELOV, S. Translational geroscience: emphasizing function to achieve optimal longevity. **Aging**, v. 6, n. 9, p. 718–730, 2014.

SEYNNES, O. R.; MAGANARIS, C. N.; DE BOER, M. D.; DI PRAMPERO, P. E.; NARICI, M. V. Early structural adaptations to unloading in the human calf muscles. **Acta physiologica**, v. 193, n. 3, p. 265–274, 2008.

SILVA GA, SILVA VL, MEDEIROS GC, SILVA ALF, MOREIRA RS. Associação entre estado nutricional e estado funcional de idosos residentes em comunidade: uma revisão sistemática. *Cad Saúde Coletiva*. 2024;32(3):e32030495.

SHEEHY, T.; HODGE, K. Motivation and morality in Masters athletes: A self-determination theory perspective. **International Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 13, n. 3, p. 273–285, 2015.

ŠIMUNIČ, B.; KOREN, K.; RITTWEGER, J.; LAZZER, S.; REGGIANI, C.; REJC, E.; PIŠOT, R.; NARICI, M.; DEGENS, H. Tensiomyography detects early hallmarks of bed-rest-induced atrophy before changes in muscle architecture. **Journal of applied physiology**, v. 126, n. 4, p. 815–822, 2019.

SHIELD, A.; ZHOU, S. Assessing voluntary muscle activation with the twitch interpolation technique. **Sports medicine**, v. 34, n. 4, p. 253–267, 2004.

SIPILÄ, S.; SUOMINEN, H. Ultrasound imaging of the quadriceps muscle in elderly athletes and untrained men. **Muscle & nerve**, v. 14, n. 6, p. 527–533, 1991.

SHUR, N.F.; CREEDON, L.; SKIRROW, S.; ATHERTON, P.J.; MACDONALD, I.A.; LUND, J.; GREENHAFF, P.L. Age-related changes in muscle architecture and metabolism in humans: The likely contribution of physical inactivity to age-related functional decline, *Ageing Research Reviews*, Volume 68, 2021, 101344, ISSN 1568-1637, <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101344>.

SOLIANIK, R.; KREIVÉNAITĖ, L.; STRECKIS, V.; MICKEVIČIENĖ, D.; SKURVYDAS, A. Effects of age and sex on fatigability and recovery from a sustained maximal isometric voluntary contraction. **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 32, p. 61–69, 2017.

STENROTH, L.; CRONIN, N. J.; PELTONEN, J.; KORHONEN, M. T.; SIPILÄ, S.; FINNI, T. Triceps surae muscle-tendon properties in older endurance- and sprint-trained athletes. **Journal of applied physiology**, v. 120, n. 1, p. 63–69, 2016.

TANAKA, H.; SEALS, D. R. Invited Review: Dynamic exercise performance in Masters athletes: insight into the effects of primary human aging on physiological

functional capacity. **Journal of applied physiology**, v. 95, n. 5, p. 2152–2162, 2003.

TANAKA, H.; SEALS, D. R. Endurance exercise performance in Masters athletes: age-associated changes and underlying physiological mechanisms. **The Journal of physiology**, v. 586, n. 1, p. 55–63, 2008.

TANJI, F.; SHIRAI, Y.; TSUJI, T.; SHIMAZU, W.; NABEKURA, Y. Relation between 1,500-m running performance and running economy during high-intensity running in well-trained distance runners. **The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine**, v. 6, n. 1, p. 41–48, 2017.

TARPENNING, K. M.; HAWKINS, S. A.; MARCELL, T. J.; WISWELL, R. A. Endurance exercise and leg strength in older women. **Journal of aging and physical activity**, v. 14, n. 1, p. 3–11, 2006.

TAYROSE, G. A.; BEUTEL, B. G.; CARDONE, D. A.; SHERMAN, O. H. The Masters Athlete: A Review of Current Exercise and Treatment Recommendations. **Sports health**, v. 7, n. 3, p. 270–276, 2015.

THOMPSON M. A. Physiological and Biomechanical Mechanisms of Distance Specific Human Running Performance. **Integrative and comparative biology**, v. 57, n. 2, p. 293–300, 2017.

TICINESI, A.; MESCHI, T.; NARICI, M. V.; LAURETANI, F.; MAGGIO, M. Muscle Ultrasound and Sarcopenia in Older Individuals: A Clinical Perspective. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 18, n. 4, p. 290–300, 2017.

TICINESI, A.; NARICI, M. V.; LAURETANI, F.; NOUVENNE, A.; COLIZZI, E.; MANTOVANI, M.; CORSONELLO, A.; LANDI, F.; MESCHI, T.; MAGGIO, M. Assessing sarcopenia with vastus lateralis muscle ultrasound: an operative protocol. **Aging clinical and experimental research**, v. 30, n. 12, p. 1437–1443, 2018.

TIMMINS, R. G.; SHIELD, A. J.; WILLIAMS, M. D.; LORENZEN, C.; OPAR, D. A.

Architectural adaptations of muscle to training and injury: a narrative review outlining the contributions by fascicle length, pennation angle and muscle thickness. **British journal of sports medicine**, v. 50, n. 23, p. 1467–1472, 2016.

TRAPPE, T. A.; LINDQUIST, D. M.; CARRITHERS, J. A. Muscle-specific atrophy of the quadriceps femoris with aging. **Journal of applied physiology**, v. 90, n. 6, p. 2070–2074, 2001.

UNHJEM, R.; NYGÅRD, M.; VAN DEN HOVEN, L. T.; SIDHU, S. K.; HOFF, J.; WANG, E. Lifelong strength training mitigates the age-related decline in efferent drive. **Journal of applied physiology**, v. 121, n. 2, p. 415–423, 2016.

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

VAN MECHELEN, W. Running injuries. A review of the epidemiological literature. **Sports medicine**, v. 14, n. 5, p. 320–335, 1992.

VERAS, R. Population aging today: demands, challenges and innovations. **Revista de saúde pública**, v. 43, n. 3, p. 548–554, 2009.

VOPAT, B. G.; KLINGE, S. A.; MCCLURE, P. K.; FADALE, P. D. The effects of fitness on the aging process. **The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons**, v. 22, n. 9, p. 576–585, 2014.

WARD, R. E.; BOUDREAU, R. M.; CASEROTTI, P.; HARRIS, T. B.; ZIVKOVIC, S.; GOODPASTER, B. H.; SATTERFIELD, S.; KRITCHEVSKY, S.; SCHWARTZ, A. V.; VINIK, A. I.; CAULEY, J. A.; NEWMAN, A. B.; STROTMEYER, E. S.; HEALTH ABC STUDY. Sensory and motor peripheral nerve function and longitudinal changes in quadriceps strength. **The journals of gerontology**, v. 70, n. 4, p. 464–470, 2015.

WATANABE, Y.; YAMADA, Y.; FUKUMOTO, Y.; ISHIHARA, T.; YOKOYAMA, K.; YOSHIDA, T.; MIYAKE, M.; YAMAGATA, E.; KIMURA, M. Echo intensity obtained from ultrasonography images reflecting muscle strength in elderly

men. **Clinical interventions in aging**, v. 8, p. 993–998, 2013.

WILHELM, E. N.; RECH, A.; MINOZZO, F.; RADAELLI, R.; BOTTON, C. E.; PINTO, R. S. Relationship between quadriceps femoris echo intensity, muscle power, and functional capacity of older men. **Age**, v. 36, n. 3, p. 9625, 2014.

WILLY, R. W.; PAQUETTE, M. R. The Physiology and Biomechanics of the Master Runner. **Sports medicine and arthroscopy review**, v. 27, n.1, p. 15–21, 2019.

WILKINSON, D. J., PIASECKI, M., & ATHERTON, P. J. The age-related loss of skeletal muscle mass and function: Measurement and physiology of muscle fibre atrophy and muscle fibre loss in humans. *Ageing research reviews*, 47, 123–132, 2018.

WISWELL, R. A.; HAWKINS, S. A.; JAQUE, S. V.; HYSLOP, D.; CONSTANTINO, N.; TARPENNING, K.; MARCELL, T.; SCHROEDER, E. T. Relationship between physiological loss, performance decrement, and age in master athletes. **The journals of gerontology**, v. 56, n. 10, p. 618–626, 2001.

YOUNG, H. J.; JENKINS, N. T.; ZHAO, Q.; MCCULLY, K. K. Measurement of intramuscular fat by muscle echo intensity. **Muscle & nerve**, v. 52, n. 6, p. 963–971, 2015.

ZAMPIERI, S.; PIETRANGELO, L.; LOEFLER, S.; FRUHMANN, H.; VOGELAUER, M.; BURGGRAF, S.; POND, A.; GRIM-STIEGER, M.; CVECKA, J.; SEDLIAK, M.; TIRPÁKOVÁ, V.; MAYR, W.; SARABON, N.; ROSSINI, K.; BARBERI, L.; DE ROSSI, M.; ROMANELLO, V.; BONCOMPAGNI, S.; MUSARÒ, A.; SANDRI, M.; ... KERN, H. Lifelong physical exercise delays age-associated skeletal muscle decline. **The journals of gerontology**, v. 70, n. 2, p. 163–173, 2015.

## APÊNDICE 1

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, **Jéssica Teixeira, Paulo Cesar Barauce Bento**, estamos lhe convidando como voluntário a participar da pesquisa: **“A EFETIVIDADE DO TREINAMENTO DE CORRIDA DE LONGAS DISTÂNCIAS AO LONGO DA VIDA NO SISTEMA NEUROMUSCULAR EM CORREDORES MÁSTERS”**.

a) O objetivo desta pesquisa é identificar a efetividade do treinamento de corrida de longas distâncias realizadas ao longo da vida no sistema neuromuscular em corredores másters, comparando o nível de atividade física desses atletas com idosos sedentários, idosos fisicamente ativos e jovens ativos.

b) Caso o voluntário participe da pesquisa, será necessário comparecer um dia ao Centro de Estudos do Comportamento Motor (CECOM) no departamento de educação física para realizar avaliações e responder a um questionário. O questionário contém perguntas sobre sua rotina de treinamento e hábitos de atividade física. Após preenchimento do mesmo, será realizada uma avaliação no instrumento que avalia imagens/fotos do interior do músculo da coxa e da panturrilha (ultrassom). Em seguida, o sujeito realizará uma sessão de familiarização com o instrumento de medida da força muscular juntamente com a aplicação de estímulos elétricos de baixa intensidade para identificação do máximo torque isométrico potencial. Após a familiarização, será realizada a avaliação da força muscular dos músculos da coxa e da panturrilha, sendo 3 repetições da contração voluntária isométrica máxima dos extensores do joelho e flexores da perna e durante a execução das repetições será efetuado um estímulo elétrico no início e outro no final da contração. O tempo previsto para cada sessão de avaliação é de 90 minutos a 120 minutos.

c) Durante a realização dos testes o voluntário poderá sentir dores musculares ou algum pequeno desconforto por causa dos estímulos elétricos durante o teste de força muscular, porém este estímulo será de baixa intensidade e nenhum destes procedimentos trará malefícios. Poderá haver ocorrência de dor muscular de início tardio (até 2 dias após o teste), embora isso seja mais comum em pessoas sedentárias, porém menos comum em pessoas fisicamente ativas ou atletas treinados. Nesse caso, o repouso ou atividade física leve é suficiente para cessar a dor muscular.

d) Os benefícios esperados com essa pesquisa são: o de compreender como é a manifestação da força muscular, a qualidade do seu músculo e da ação do sistema nervoso central (mensagem enviada para o músculo), responsáveis pela contração muscular durante o processo de envelhecimento. Dessa forma, poderemos verificar qual o papel do exercício físico na melhoria/manutenção da força, da qualidade muscular e do funcionamento dos nervos responsáveis pela contração muscular. O benefício direto que o voluntário terá está relacionado às informações que receberá sobre sua função muscular, qualidade muscular e integridade neural durante a sessão.

e) Os pesquisadores Jéssica Teixeira, Paulo Cesar Barauce Bento, profissionais de educação física, são os responsáveis pelo estudo e poderão ser contatados pessoalmente no CECOM (Universidade Federal do Paraná, Endereço: Rua Cel. Francisco H. dos Santos, 100 – Campus Politécnico – Jardim das Américas – CEP 81531-980 – Curitiba-PR-Brasil, telefone: (41) 3361-3342 ou nos e-mails [jessicattonetti@hotmail.com](mailto:jessicattonetti@hotmail.com) e [p.bento063@gmail.com](mailto:p.bento063@gmail.com) de segunda à sexta-feira das 8:00 as 12:00 e das 13:30 as 17:30 horas, para esclarecimento de eventuais dúvidas a respeito desta pesquisa.

f) Estão garantidas todas as informações que o senhor(a) queira, antes durante e depois do estudo.

g) A sua participação neste estudo é **voluntária**. Contudo, se o senhor(a) não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá solicitar de volta o termo de consentimento livre esclarecido assinado.

h) As informações relacionadas ao estudo poderão ser inspecionadas pelos pesquisadores que executam a pesquisa. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito de forma codificada, para que a **confidencialidade** seja mantida.

i) Todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa (avaliações) não são da sua responsabilidade, sendo que os problemas decorrentes do estudo serão tratados sob a responsabilidade dos pesquisadores acima citados.

j) Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro.

k) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome e sim um código.



Eu, \_\_\_\_\_  
li o texto acima e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual fui convidado a participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação no estudo a qualquer momento sem justificar minha decisão.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

\_\_\_\_\_  
(Assinatura do sujeito de pesquisa ou responsável legal)

Curitiba, \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_.

Prof. Paulo Cesar Barauce Bento | Prof. Jéssica Teixeira.

Pesquisadores responsáveis

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR |  
CEP/SD Rua Padre Camargo, 285 | térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 |  
cometica.saude@ufpr.br – telefone (041) 3360-7259

**APÊNDICE 2**  
**QUESTIONÁRIO IPAQ – VERSÃO CURTA**

Dados cadastrais:

Código \_\_\_\_\_

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

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( )

Membro dominante (perna): \_\_\_\_\_

**ANEXO III (IPAQ) QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE  
FÍSICA (VERSÃO CURTA)**

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gastou fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre-se que:

- Atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal;
- Atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal.

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez:

1.a. Em quantos dias da última semana você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos em casa, na escola ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?  
Dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

1.b. Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando por dia? Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

2.a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar moderadamente sua respiração ou batimentos do coração? (NÃO INCLUA CAMINHADA)

Dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

2.b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia? horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

3.a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração?

Dias \_\_\_\_\_ por SEMANA ( ) Nenhum

3.b. Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**APÊNDICE 3**  
**QUESTIONÁRIO ROTINA DE TREINAMENTO**

**Nome:** \_\_\_\_\_ **Código:** \_\_\_\_\_

**Parte I – Dados pessoais**

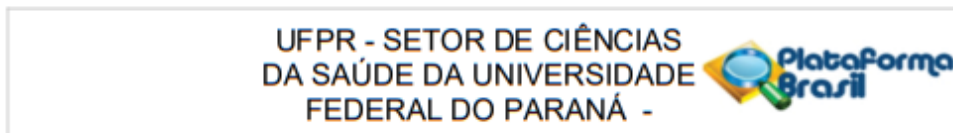
1. Qual a sua idade? \_\_\_\_\_ anos.
2. Qual o seu peso? \_\_\_\_\_ kg.
3. Qual a sua estatura? \_\_\_\_\_ cm.
4. Qual seu membro (perna) dominante? a. ( ) direita. b. ( ) esquerda. c. ( ) ambidestro.
5. Qual o seu nível de escolaridade (concluído)?  
a. ( ) ensino fundamental completo b. ( ) ensino médio completo c. ( ) ensino superior completo d. ( ) pós-graduação/especialização completa e. ( ) mestrado completo f. ( ) doutorado completo g. ( ) pós-doutorado completo.

**Parte II – Rotina de treinamento e competição**

16. Há quanto tempo você pratica corrida? \_\_\_\_\_ anos.
2. Com qual frequência você corre/treina? \_\_\_\_\_ vezes/semana.
3. Qual é a metragem (km) semanal média? \_\_\_\_\_ km/semana.
4. Quanto tempo dura em média sua sessão de treinamento? \_\_\_\_\_ minutos.
5. Qual é o tipo de prova que você corre com maior frequência? a. ( ) 5 km b. ( ) 10 km  
c. ( ) Provas com + 10 km, porém inferiores a ½ maratona. d. ( ) ½ Maratona.  
e. ( ) Maratona.  
f. ( ) > maratona.
6. Qual o seu recorde pessoal nas seguintes distâncias:  
a. 5 km (\_\_\_\_\_) b. 10 km (\_\_\_\_\_) c. Provas com + 10 km, porém inferiores a ½ maratona. (\_\_\_\_\_) d. ½ Maratona (\_\_\_\_\_) e. Maratona (\_\_\_\_\_) f. > maratona (\_\_\_\_).
8. Seu treinamento é feito por profissional de Educação Física?  
a. ( ) Sim b. ( ) Não.

## ANEXOS

### ANEXO 1 – CARTA DE APROVAÇÃO DO CÔMITE DE ÉTICA



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO SOBRE O SISTEMA NEUROMUSCULAR DE CORREDORES FUNDISTAS MÂSTER

**Pesquisador:** Paulo Cesar Barauce Bento

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 69929817.9.0000.0102

**Instituição Proponente:** Programa de Pós-Graduação em Educação Física

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.259.186

##### Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa proveniente do Programa de Pós-Graduação em Educação Física sob a responsabilidade do Prof. Dr. Paulo Cesar Barauce Bento e colaboração de André Geraldo Brauer Júnior. Os autores informam que "é estudo do tipo experimental que buscará analisar e comparar as respostas agudas e recuperação da função e do edema muscular diante de uma corrida em esteira de 10 km."

##### Objetivo da Pesquisa:

"Objetivo Primário:

Determinar os efeitos do treinamento físico sobre o sistema neuromuscular de corredores fundistas de diferentes categorias master."

"Objetivo Secundário:

- Analisar as alterações decorrentes do processo de envelhecimento na função neuromuscular, arquitetura muscular e composição muscular do compartimento anterior da coxa de corredores m<sup>â</sup>ster de diferentes categorias et<sup>á</sup>rias.

- Comparar a função neuromuscular, arquitetura muscular e composição muscular entre

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - T<sup>ê</sup>reo

**Bairro:** Alto da Gl<sup>ó</sup>ria

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**CEP:** 80.060-240

**Telefone:** (41)3360-7259

**E-mail:** cometica.saude@ufpr.br

corredores idosos, idosos fisicamente ativos e jovens não atletas.

- Analisar as alterações agudas e a recuperação da função neuromuscular e edema muscular de corredores idosos e corredores jovens após uma corrida simulada de 10 km."

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

De acordo com pesquisador principal, "durante a realização dos testes o avaliado(a) poderá sentir dores musculares ou algum pequeno desconforto por causa dos estímulos elétricos durante o teste de força muscular, porém este estímulo será de baixa intensidade, e nenhum destes procedimentos trará malefícios". "Poderá haver ocorrência de dor muscular tardia, embora seja mais comum em pessoas sedentárias. Nesse caso, o repouso é suficiente para cessar a dor muscular."

Os benefícios esperados, de acordo com o pesquisador principal, são: "o de compreender como é a força muscular, a qualidade muscular e dos nervos responsáveis pela contração muscular durante o processo de envelhecimento."

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto é composto por três estudos, a saber:

- 1) "Participarão aproximadamente 200 corredores do circuito de corrida de rua da cidade de Curitiba-PR (35 anos), distribuídos em 6 categorias: (35 – 39, 40 – 49, 50 – 59, 60 – 69, 70 – 79 e >80 anos)."
  - 2) "Participarão aproximadamente 30 corredores idosos de ambos os sexos com idade igual ou superior a 60 anos que serão recrutados a partir do estudo 1, 30 idosos fisicamente ativos de ambos os sexos com idade superior a 60 anos e 30 jovens sedentários saudáveis de ambos os sexos com idade entre 18 e 30 anos."
  - 3) "Participarão 30 corredores idosos de ambos os sexos com idade superior a 60 anos que serão recrutados a partir do estudo 1 e 30 corredores jovens de ambos os sexos com idade entre 18 e 30 anos."
- São "instrumentos e procedimentos de coleta de dados."

- "Rotina de treinamento/competições: será acessada por meio de questionário semiestruturado adaptado de Hespanhol Junior (2012), que envolverá referentes às rotinas de treinamentos."

- "Antropometria: As medidas antropométricas realizadas serão as seguintes: massa corporal (kg), estatura (m) e índice de massa corporal – IMC (Kg/m<sup>2</sup>). As medidas de massa corporal e estatura serão realizadas em uma balança digital com estadiômetro da marca Filizola® com precisão de 100

Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - Têneo

Bairro: Alto da Glória

UF: PR

Município: CURITIBA

CEP: 80.060-240

Telefone: (41) 3360-7259

E-mail: cometica.saude@ufpr.br

gramas em mm."

- "Função neuromuscular: Nível de ativação voluntária - será avaliada por meio da técnica de superimposição elétrica de burst (trens de pulso elétrico de alta frequência enviado para o músculo em contração), durante uma contração isométrica voluntária máxima (CIVM) dos extensores do joelho. Para realização da estimulação elétrica será utilizado o aparelho Quark Dualpex 961® com corrente alternada, frequência de 50 Hz e trens de pulso de 0,5 ms (onda retangular), com duração de 1 s. Dois eletrodos de borracha com gel condutor serão posicionados e fixados com fita hipoalergênica sobre a pele, na região do ponto motor do vasto medial (VM) e reto femoral (RF)."

- "Pico de torque, trabalho e potência - Serão avaliados por meio de dinamômetro isocinético Biodex System 3 que será calibrado conforme as especificações e recomendações do fabricante. Antes da realização do teste, será realizada uma sessão de familiarização feita no próprio dinamômetro isocinético com uma série de 6 repetições de extensão e flexão de joelho nos membros dominante e não dominante nas velocidades de 60°, 180° s<sup>-1</sup>, aplicadas em ordem crescente."

- "Arquitetura muscular: O ângulo de penetração, comprimento do fascículo, espessura muscular, área de seção transversa, volume muscular e intensidade do eco do quadríceps femoral das coxas direita e esquerda serão medidos por meio de ultrassonografia (General Electric®) com um transdutor de 5 cm de comprimento por 2 cm de largura, a uma frequência de 11 MHz."

- "Composição muscular: a intensidade do eco será utilizada para se inferir a respeito da gordura infiltrada e elementos não contráteis e será determinada por meio de análise da escala de cinza, usando a função de histograma padrão. Sendo assim, pixels mais claros (hiperecóticos) podem indicar presença de gordura infiltrada e elementos não contráteis. A intensidade do eco será calculada como a mediana dos valores dentro da área de interesse, sendo que quanto maior a mediana, maior a presença de gordura infiltrada."

- "Adicionalmente os participantes do estudo 3 serão submetidos a uma prova de corrida simulada de 10 km para avaliar o efeito da fadiga e recuperação. Para tanto, serão avaliados 48 h antes, imediatamente antes da prova, logo após, 24 e 48 horas após."

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

Foram todos apresentados

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

AS pendências foram atendidas e o projeto é considerado aprovado.

Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - Térreo  
Bairro: Alto da Glória  
UF: PR Município: CURITIBA  
Telefone: (41) 3360-7259

CEP: 80.060-240

E-mail: cometica.saude@ufpr.br



**UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -**



Continuação do Parecer: 2.259.186

- É obrigatório retirar na secretaria do CEP/SD uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido com carimbo onde constará data de aprovação por este CEP/SD, sendo este modelo reproduzido para aplicar junto ao participante da pesquisa.

O TCLE deverá conter duas vias, uma ficará com o pesquisador e uma cópia ficará com o participante da pesquisa (Carta Circular nº. 003/2011CONEP/CNS).

Favor agendar a retirada do TCLE pelo telefone 41-3360-7259 ou por e-mail [cometica.saude@ufpr.br](mailto:cometica.saude@ufpr.br), necessário informar o CAAE.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios semestrais e final, sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos, através da Plataforma Brasil - no modo: NOTIFICAÇÃO. Demais alterações e prorrogação de prazo devem ser enviadas no modo EMENDA. Lembrando que o cronograma de execução da pesquisa deve ser atualizado no sistema Plataforma Brasil antes de enviar solicitação de prorrogação de prazo.

Emenda – ver modelo de carta em nossa página: [www.cometica.ufpr.br](http://www.cometica.ufpr.br) (obrigatório envio)

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

| Tipo Documento                                   | Arquivo                                      | Postagem               | Autor                       | Situação |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto                   | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_936474.pdf | 24/08/2017<br>15:57:47 |                             | Aceito   |
| Outros                                           | TCLE_2_NOVO.docx                             | 24/08/2017<br>15:57:17 | André Geraldo Brauer Júnior | Aceito   |
| Outros                                           | TCLE_1_NOVO.docx                             | 24/08/2017<br>15:56:20 | André Geraldo Brauer Júnior | Aceito   |
| Outros                                           | CARTA_NOVO.docx                              | 22/08/2017<br>21:34:27 | André Geraldo Brauer Júnior | Aceito   |
| Outros                                           | PROJETO_CORRIGIDO.docx                       | 03/08/2017<br>20:15:05 | André Geraldo Brauer Júnior | Aceito   |
| Outros                                           | carta_pendencias.docx                        | 03/08/2017<br>20:13:03 | André Geraldo Brauer Júnior | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de | MODELO13_TCLE.docx                           | 19/06/2017<br>11:17:19 | André Geraldo Brauer Júnior | Aceito   |

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - Térreo

**Bairro:** Alto da Glória

**CEP:** 80.060-240

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41) 3360-7259

**E-mail:** [cometica.saude@ufpr.br](mailto:cometica.saude@ufpr.br)



**UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -**



Continuação do Parecer: 2.259.186

|                                                 |                                                                  |                        |                                |        |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------|--------|
| Ausência                                        | MODELO13_TCLE.docx                                               | 19/06/2017<br>11:17:19 | André Geraldo<br>Brauer Júnior | Aceito |
| Outros                                          | MODELO12_DECLARACAO_DE_RESPONSABILIDADES_NO_PROJETO.docx         | 16/06/2017<br>19:45:15 | André Geraldo<br>Brauer Júnior | Aceito |
| Outros                                          | MODELO9_TERMOS_DE_COMPROMISSO PARA INICIO DA PESQUISA.doc        | 16/06/2017<br>19:41:57 | André Geraldo<br>Brauer Júnior | Aceito |
| Outros                                          | MODELO8_DECLARACAO_DE_USO_ESPECIFICO DE MATERIAL E.docx          | 16/06/2017<br>19:40:30 | André Geraldo<br>Brauer Júnior | Aceito |
| Outros                                          | MODELO7_DECLARACAO_DE_TORNAR PUBLICOS OS RESULTADOS.do           | 16/06/2017<br>19:38:44 | André Geraldo<br>Brauer Júnior | Aceito |
| Outros                                          | MODELO6_TERMOS_DE_CONFIDENCIALIDADE.docx                         | 16/06/2017<br>19:37:44 | André Geraldo<br>Brauer Júnior | Aceito |
| Outros                                          | MODELO_3.docx                                                    | 16/06/2017<br>19:36:25 | André Geraldo<br>Brauer Júnior | Aceito |
| Outros                                          | MODELO2_ANALISE_DO_MERITO_CIENTIFICO.docx                        | 16/06/2017<br>19:35:20 | André Geraldo<br>Brauer Júnior | Aceito |
| Outros                                          | MODELO1_Oficio_do_pesquisador_encaminhando_o_projeto_ao_CEP.docx | 16/06/2017<br>19:33:33 | André Geraldo<br>Brauer Júnior | Aceito |
| Projeto Detalhado /<br>Brochura<br>Investigador | PROJETO.docx                                                     | 15/06/2017<br>18:02:06 | André Geraldo<br>Brauer Júnior | Aceito |
| Outros                                          | Check_List.docx                                                  | 14/06/2017<br>21:52:55 | André Geraldo<br>Brauer Júnior | Aceito |
| Outros                                          | ata_projeto_colegiado.pdf                                        | 14/06/2017<br>14:44:17 | André Geraldo<br>Brauer Júnior | Aceito |
| Folha de Rosto                                  | folha_de_rosto.pdf                                               | 13/06/2017<br>16:01:18 | Paulo Cesar Barauce<br>Bento   | Aceito |

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CURITIBA, 05 de Setembro de 2017

Assinado por:  
**IDA CRISTINA GUBERT**  
(Coordenador)

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - Térreo

**Bairro:** Alto da Glória

**CEP:** 80.060-240

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3360-7259

**E-mail:** cometica.saude@ufpr.br