



# Experiências em testes e medidas do exercício físico no contexto da saúde

André Pereira dos Santos  
Dalmo Roberto Lopes Machado  
(Organizadores)



# **Experiências em testes e medidas do exercício físico no contexto da saúde**

André Pereira dos Santos  
Dalmo Roberto Lopes Machado  
(Organizadores)

**Editora Chefe**

Marcia A. A. Marques

**Coordenadora Editorial**

Isabela Arantes Ferreira

**Bibliotecária**

Maria Alice Ferreira

**Diagramação**

Marcos Antonio Ribeiro Pereira

**Arte da Capa**

Matheus Lacerra

**Imagem da Capa**

Freepik

**Revisão**

Os Autores

O conteúdo deste livro está licenciado sob uma licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial Não Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).



2021 by Bookerfield Editora

Copyright © Bookerfield Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Bookerfield Editora

Os autores cedem à Bookerfield Editora os direitos para esta edição

Esta obra é de natureza digital (e-book). Versões impressas são permitidas, não tendo a Bookerfield Editora qualquer responsabilidade pela confecção e distribuição de exemplares físicos deste conteúdo.

Todos os manuscritos da obra passaram por rigorosa avaliação cega pelos pares, baseadas em critérios científicos e imparciais, recebendo a aprovação após atender os critérios técnicos estabelecidos pelo Conselho Editorial.

Todo o conteúdo do livro e de artigos individuais é de responsabilidade exclusiva de seus respectivos autores, não sendo a Bookerfield Editora responsável por quaisquer eventuais irregularidades.

Situações como plágio, má conduta ética/científica ou dados e resultados fraudulentos são de responsabilidade do autor, comprometendo-se a Bookerfield Editora em investigá-las rigorosamente e tomar as ações cabíveis.

O download, compartilhamento e referência da obra são permitidos mediante atribuição de crédito aos autores e à Editora. A comercialização desta obra é expressamente proibida.

## CONSELHO EDITORIAL

### Ciências Agrárias

Afrânio Silva Madeiro  
Alirya Magda Santos do Vale Gomes  
Ana Luiza Trovo Marques de Souza  
André Giarola Boscarato  
Carlos Eugenio Fortes Teixeira  
Daniela Kunkel  
Daniele Cristina Ficanha  
Elson Barbosa da Silva Junior  
Fabiana Schiochet  
Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti  
Fernanda Morcatti Coura  
Flávio José Rodrigues Cruz  
Guilherme Donadel  
Heiriane Martins Sousa  
Jairton Fraga Araujo  
João Francisco Severo Santos  
Joelma Leão Buchir  
Kleber Fernando Pereira  
Maria Cristina Bueno Coelho  
Monyck Jeane dos Santos Lopes  
Pablo Daniel Freitas Bueno  
Renato Jaqueto Goes

### Ciências Biológicas

Afrânio Silva Madeiro  
Alirya Magda Santos do Vale Gomes  
Ana Luiza Trovo Marques de Souza  
André Giarola Boscarato  
Carlos Eugenio Fortes Teixeira  
Daniela Kunkel  
Daniele Cristina Ficanha  
Elson Barbosa da Silva Junior  
Fabiana Schiochet  
Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti  
Fernanda Morcatti Coura

Flávio José Rodrigues Cruz  
Guilherme Donadel  
Heiriane Martins Sousa  
Jairton Fraga Araujo  
João Francisco Severo Santos  
Joelma Leão Buchir  
Kleber Fernando Pereira  
Maria Cristina Bueno Coelho  
Monyck Jeane dos Santos Lopes  
Pablo Daniel Freitas Bueno  
Renato Jaqueto Goes

### Ciências da Saúde

Alexandre Visconti Brick  
Aline Correa de Carvalho  
Ana Luiza Trovo Marques de Souza  
André de Araújo Pinto  
Andressa Ribeiro Contreira  
Bárbara de Lima Lucas  
Bianca Barros da Costa  
Carlos Vinícius Pagani Vieira  
Machado  
Débora Cristina Damasceno  
Deborah Margatho Ramos  
Gonçalves  
Diogo de Sousa Martins  
Elisângela Rodrigues Carrijo  
Emanuel Tenório Paulino  
Estélio Henrique Martin Dantas  
Eveline Fernandes Vale  
Fabiana Leticia Sbaraini  
Fabio José Antonio da Silva  
Jaqueline Rocha Borges dos Santos  
João Francisco Severo Santos  
José Aderval Aragão  
José Roberto Zaffalon Júnior



Jovino Gentilini Junior  
Juliane Campos Inácio  
Líncon Bordignon Somensi  
Luciane Cristina Arantes  
Marcela Melo dos santos  
Marcello Alberton Herdt  
Marcelo de Oliveira Pinto  
Marcos Guimarães de Souza Cunha  
Maria Patricia Costa Villela  
Nara Michelle Moura Soares  
Paulo Celso Budri Freire  
Pedro Paulo Gattai Gomes  
Raquel Ayres  
Renata Oliveira de Barcelos  
Renato Carlos Machado  
Roberson Geovani Casarin  
Rogério Wagner da Silva  
Sergio Ibañez Nunes  
Sheila Moura Amaral  
Taíza Fernanda Ramalhais  
Vivian Victoria Vivanco Valenzuela

### **Ciências Exatas e da Terra**

Andrea Sartori Jabur  
Antônio Carlos Ribeiro Araújo Júnior  
Cláudia Hitomi Watanabe Rezende  
Dalvani Fernandes  
Evandro Preuss  
Gerson Cruz Araujo  
Gisane Aparecida Michelin  
Henrique Mariano Costa do Amaral  
Henrique Pereira Oliveira d'Eça  
Neves  
Isidro ihadua  
João César Abreu de Oliveira Filho  
Lívia Sancho  
Manolo Cleiton Costa de Freitas  
Marcos Vinicius de Oliveira Peres  
Paulo Celso Budri Freire  
Sonia Tomie Tanimoto

Tânia do Carmo  
Vagner Marques de Moura  
Valdecir Alves dos Santos Júnior

### **Ciências Humanas**

Ana Margarida Theodoro Caminhas  
Ana Maria Senac Figueroa  
Anderson Dantas da Silva Brito  
Breno Henrique Ferreira Cypriano  
Bruno Cezar Silva  
Camila Bueno Grejo  
Camila de Vasconcelos Tabares  
Cássia Maria Bonifácio  
Dalvani Fernandes  
Edonilce da Rocha Barros  
Elisângela Rodrigues Carrijo  
Eulalia Fabiano  
João César Abreu de Oliveira Filho  
João Francisco Severo Santos  
Josael Jario Santos Lima  
Luciano Sérgio Ventin Bomfim  
Marcos Pereira dos Santos  
Marcos Pereira Magalhães  
Miguel Rodrigues Netto  
Rebecca Bianca de Melo Magalhães  
Roberson Geovani Casarin  
Taíza Fernanda Ramalhais  
Tatiane dos Santos Duarte

### **Ciências Sociais Aplicadas**

Ana Margarida Theodoro Caminhas  
Bruno Cezar Silva  
Camila Augusta Alves Pereira  
Camila Nathalia Padula de Godoy  
Dandara Scarlet Sousa Gomes  
Bacelar  
Daniel Nascimento e Silva  
Darline Maria Santos Bulhões  
Denise Tanaka dos Santos  
Elisângela Rodrigues Carrijo

Eulalia Fabiano  
Fabio Adriano Stürmer Kinsel  
Fabricio Lemos de Siqueira Mendes  
Gelson Mario Filho  
Hector Rodrigo Ribeiro Paes Ferraz  
Helga Midori Iwamoto  
Horácio Monteschio  
João Francisco Severo Santos  
Josael Jario Santos Lima  
Leandro Nunes Soares da Silva  
Lucas Rosas de Freitas Sá Barreto  
Miguel Rodrigues Netto  
Nagib Abrahão Duailibe Neto  
Nelson Calsavara Garcia Junior  
Patrícia Loureiro Abreu Alves  
Barbosa  
Renato Obikawa Kyosen  
Sandy Rodrigues Faidherb  
Silvia Helena Ribeiro Cruz  
Solange Kileber  
Stella Villela Florêncio  
Thiago Nery Pandolfo  
Veyzon Campos Muniz  
Ygor de Siqueira Mendes Mendonça

### **Engenharias**

Alejandro Victor Hidalgo Valdivia  
Alex Milton Albergaria Campos  
Ana Carla Fernandes Gasques  
Andrea Sartori Jabur  
Arlete Barbosa dos Reis  
Cristhiane Michiko Passos Okawa  
Daniele Cristina Ficanha  
Diego Matheus Sanches  
Elaine Patricia Arantes  
Fernando Oliveira de Andrade  
Henrique Mariano Costa do Amaral  
Jefferson Sousa Farias  
Laís Roberta Galdino de Oliveira  
Leila Cristina Nunes Ribeiro

Letícia Reis Batista Rosas  
Marcelo Henrique da Silva  
Marcelo Marques  
Marcos Guimarães de Souza Cunha  
Mileni Cristina da Silva  
Renata Jardim Martini  
Thiago Averaldo Bimestre  
Tiago Brandão Costa  
Valdecir Alves dos Santos Júnior

### **Linguística, Letras e Artes**

Adriana dos Reis Silva  
Anderson Dantas da Silva Brito  
Danuzia Marjorye Santos de Araújo  
Jane Catia Pereira Melo  
Luceni Lazara da Costa Ribeiro  
Márcia Donizete Leite-Oliveira  
Maria Christina da Silva Firmino  
Cervera  
Simone Oliveira Vieira Peres  
Thiago Blanch Pires  
Vera Regiane Brescovici Nunes

### **Multidisciplinar**

Alejandro Victor Hidalgo Valdivia  
Ana Carla Fernandes Gasques  
Ana Margarida Theodoro Caminhas  
Andrea Sartori Jabur  
Arlete Barbosa dos Reis  
Cláudia Hitomi Watanabe Rezende  
Cristhiane Michiko Passos Okawa  
Érika Alves Tavares Marques  
Fabricio Lemos de Siqueira Mendes  
Fernando Oliveira de Andrade  
Isidro ihadua  
José Amorim  
Marcelo Marques

# Experiências em testes e medidas do exercício físico no contexto da saúde

**Editora Chefe** Marcia A. A. Marques  
**Coordenadora Editorial** Isabela Arantes Ferreira  
**Bibliotecária** Maria Alice Ferreira  
**Diagramação** Marcos Antonio Ribeiro Pereira  
**Revisão** Os Autores

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Experiências em testes e medidas do exercício físico no contexto da saúde [livro eletrônico] / André Pereira dos Santos (organizador). -- São Paulo : Bookerfield, 2022.  
PDF

Vários colaboradores  
ISBN 978-65-89929-48-2

1. Composição corporal 2. Exercícios físicos  
3. Exercícios físicos - Aspectos fisiológicos  
4. Exercícios físicos - Obras de divulgação 5. HIV  
6. Pesquisa - Metodologia I. Santos, André Pereira dos.

22-107515

CDD-613.71

## **Índices para catálogo sistemático:**

1. Exercício físico : Promoção da saúde 613.71

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

**DOI 10.53268/BKF22040400**

**Bookerfield Editora**  
São Paulo – Brasil  
Telefone: +55 (11) 98441-4444  
[www.bookerfield.com](http://www.bookerfield.com)  
[contato@bookerfield.com](mailto:contato@bookerfield.com)



## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores declaram não haver qualquer interesse comercial ou irregularidade que comprometa a integridade desta obra; declaram que participaram da elaboração e revisão da obra, atestando a confiabilidade dos dados e resultados; declaram que a obra está livre de plágio acadêmico; declaram que a publicação desta obra não fere qualquer outro contrato por eles firmados; declaram ter atendido eventuais exigências de outras partes, como instituições financiadoras, para a publicação desta obra.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os alunos e ex-alunos do Grupo de Estudo e Pesquisa em Antropometria, Treinamento e Esporte da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (GEPEATE/EEFERP-USP). Desde o ano de 2010, com comprometimento, dedicação e sonhos, vocês fomentam discussões, produzindo conhecimento a serviço da sociedade. Este livro, o primeiro do Grupo, é mais um exemplo da qualidade de nossas publicações e contribuições.

Agradecemos aos pesquisadores e colaboradores nacionais e internacionais do GEPEATE, pelas parcerias científicas e aceite do desafio para contribuírem na escrita deste livro.

Agradecemos aos técnicos de laboratório da EEFERP-USP que sempre estão de prontidão para auxiliarem nas pesquisas desenvolvidas pelo GEPEATE.

Finalmente, agradecemos à sociedade pela confiança e valorização dos trabalhos produzidos na universidade, um pequeno retorno diante o esforço diário desta para uma educação pública de qualidade.

## EPÍGRAFE

Se você quer ir rápido, vá sozinho.  
Se quer ir mais longe, vá em grupo.

Provérbio Africano



## APRESENTAÇÃO

A escrita deste livro é mais um exemplo do brilhante trabalho em equipe do Grupo de Estudo e Pesquisa em Antropometria, Treinamento e Esporte da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (GEPEATE/EEFERP-USP). O comprometimento, dedicação e seriedade dos integrantes do grupo refletem-se na qualidade dos cinco capítulos que compõem este livro.

O capítulo 1, intitulado: **“composição corporal ou transmorfia do ser: da adolescência à velhice”** apresenta importantes resultados e reflexões que destacam a necessidade de se compreender a tipicidade de cada fase da vida, como ação fundamental para todos os profissionais que atuam com este ser, em permanente transmorfia corporal.

O capítulo 2, intitulado: **“avaliação da mobilidade em pessoas com esclerose múltipla”** lista e descreve importantes testes de performance funcional recomendados para pessoas com esclerose múltipla, que são utilizados para monitoramento da progressão e nível de incapacidade da doença.

O capítulo 3, intitulado: **“identificação da sarcopenia mediante antropometria e testes funcionais simples”** apresenta alternativas viáveis para identificar sarcopenia na atividade cotidiana dos profissionais da saúde.

O capítulo 4, intitulado: **“uma nova abordagem na determinação do gasto energético de repouso”** apresenta uma reflexão sobre novas abordagens metodológicas para medir e estimar o gasto energético de repouso, observada a especificidade dos compartimentos corporais e diferenças interpessoais.

Por fim, o capítulo 5, intitulado: **“respostas agudas ao treinamento de força com e sem restrição de fluxo sanguíneo: segurança dos parâmetros hemodinâmicos em pessoas vivendo com HIV/Aids”** apresenta resultados de um ensaio clínico randomizado que comparou as respostas hemodinâmicas agudas entre o treinamento de força tradicional e o treinamento de força com restrição do fluxo sanguíneo em pessoas vivendo com HIV/Aids.

Desejamos que a leitura deste livro seja fonte de conhecimento e o “gatilho” para inquietações científicas, que guie o desenvolvimento de projetos de pesquisa para o avanço nesta área de conhecimento.

Boa leitura!

# SUMÁRIO

## CAPÍTULO 1

|                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>COMPOSIÇÃO CORPORAL OU TRANSMORFIA DO SER: DA ADOLESCÊNCIA À VELHICE.....</b> | <b>14</b> |
| Dalmo Roberto Lopes Machado                                                      |           |
| Leonardo Santos Lopes Da Silva                                                   |           |
| DOI: 10.53268/BKF22040401                                                        |           |

## CAPÍTULO 2

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>AVALIAÇÃO DA MOBILIDADE EM PESSOAS COM ESCLEROSE MÚLTIPLA.....</b> | <b>27</b> |
| Emerson Sebastião                                                     |           |
| Christopher Mark Hill                                                 |           |
| Felipe Balistieri Santinelli                                          |           |
| Fabio Augusto Barbieri                                                |           |
| DOI: 10.53268/BKF22040402                                             |           |

## CAPÍTULO 3

|                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>IDENTIFICAÇÃO DA SARCOPENIA MEDIANTE ANTROPOMETRIA E TESTES FUNCIONAIS SIMPLES .....</b> | <b>40</b> |
| Pedro Pugliesi Abdalla                                                                      |           |
| Giorjines Fernando Boppre                                                                   |           |
| Leonardo Yung dos Santos Maciel                                                             |           |
| Lucas Veras                                                                                 |           |
| André Pereira dos Santos                                                                    |           |
| Lucimere Bohn                                                                               |           |
| Jorge Mota                                                                                  |           |
| Dalmo Roberto Lopes Machado                                                                 |           |
| DOI: 10.53268/BKF22040403                                                                   |           |

## CAPÍTULO 4

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>UMA NOVA ABORDAGEM NA DETERMINAÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO DE REPOUSO.....</b> | <b>58</b> |
| Ana Claudia Rossini Venturini                                                 |           |
| Leonardo Santos Lopes da Silva                                                |           |
| Pedro Pugliesi Abdalla                                                        |           |
| André Pereira dos Santos                                                      |           |
| Dalmo Roberto Lopes Machado                                                   |           |
| DOI: 10.53268/BKF22040404                                                     |           |

**CAPÍTULO 5**

|                                                                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>RESPOSTAS AGUDAS AO TREINAMENTO DE FORÇA COM E SEM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO: SEGURANÇA DOS PARÂMETROS HEMODINÂMICOS EM PESSOAS VIVENDO COM HIV/AIDS .....</b> | <b>74</b> |
| Thiago Cândido Alves                                                                                                                                                 |           |
| Leonardo Santos Lopes da Silva                                                                                                                                       |           |
| Pedro Pugliesi Abdalla                                                                                                                                               |           |
| Lucimere Bohn                                                                                                                                                        |           |
| André Pereira dos Santos                                                                                                                                             |           |
| Márcio Fernando Tasinafo Júnior                                                                                                                                      |           |
| Jorge Mota                                                                                                                                                           |           |
| Dalmo Roberto Lopes Machado                                                                                                                                          |           |
| DOI: 10.53268/BKF22040405                                                                                                                                            |           |
| <b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>                                                                                                                                        | <b>90</b> |
| <b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>                                                                                                                                   | <b>93</b> |

## COMPOSIÇÃO CORPORAL OU TRANSMORFIA DO SER: DA ADOLESCÊNCIA À VELHICE

**Dalmo Roberto Lopes Machado**

Universidade de São Paulo, Ribeirão  
Preto – São Paulo

Universidade do Porto, Porto,  
Portugal

[lattes.cnpq.br/9636323397072101](http://lattes.cnpq.br/9636323397072101)

**Leonardo Santos Lopes Da Silva**

Universidade de São Paulo, Ribeirão  
Preto – São Paulo

**RESUMO** - A composição corporal (CC) do ser humano apresenta transformações mais evidentes desde as idades juvenis, envolvendo forte dependência de fatores biológicos e ambientais, resultando em alterações morfológicas típicas para cada período etário e sexo. Compreender a tipicidade de cada fase é fundamental para todos os profissionais que atuam com este ser, em permanente transmorfia corporal. Nesse capítulo, são descritos valores normativos e identificadas as diferenças antropométricas de pessoas de ambos os sexos, agrupadas em faixas etárias. Uma amostra de 565 pessoas, de 11 a 69 anos de idade, foi classificada em sete grupos etários por década. Valores médios da antropometria

básica (estatura; massa corporal e índice de massa corporal) e CC (massa magra; massa gorda e porcentual de gordura) são descritos. Eventuais diferenças foram testadas por ANOVA (*one-way*) e *post-hoc* de Tukey HSD ( $p < 0,05$ ). Valores de CC dos homens foram maiores que os encontrados nas mulheres. A gordura deles foi menor do que a delas, como esperado nas comparações de todas as idades. Grande variação do comportamento da CC ao longo da vida (da adolescência à velhice), quando a redução do peso corporal em homens e aumento nas mulheres foi observada, embora o IMC aumente para ambos. As suspeitas de perdas de maiores volumes musculares nos homens e acúmulo de gordura em ambos durante o envelhecimento, seriam possíveis explicação. Todavia, uma análise de abordagem longitudinal e multicompartmental da CC, seria altamente desejável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Crescimento; Desenvolvimento; Envelhecimento; Adolescentes; Antropometria.

### 1. INTRODUÇÃO

A composição corporal (CC), seguida por adequado monitoramento, pode ser uma das

principais estratégias no acompanhamento dos indicadores da qualidade de vida de um país, indicando eventuais distorções nos índices de desnutrição proteico-calórica (MARTORELL *et al.*, 1975; BERGMAN; GORACY, 1984) ou por outro extremo, de obesidade epidemiológica (SILVA *et al.*, 2021). A sociedade moderna se rende às novas tecnologias para facilitar suas atividades do cotidiano, resultando em significativa diminuição das atividades físicas em diversas tarefas cotidianas. Estima-se que 27,5% da população mundial seja sedentária (DING, 2018), resultando na incidência de diversas enfermidades e limitações funcionais, por exemplo: obesidade, coronariopatias, hipertensão arterial sistêmica, dislipidemias, diabetes melito, estresse e doenças comportamentais (RODULFO, 2019; PARK *et al.*, 2020). Alguns estudiosos do assunto (ARMSTRONG; WELSMAN, 1994; SUMMERFIELD, 1998) acreditam que muitos processos degenerativos têm origem na infância ou na adolescência, resultantes dos hábitos hipocinéticos que podem acompanhá-las por toda a vida. A partir das idades juvenis, fatores biológicos e ambientais assumem um importante papel durante o desenvolvimento humano com típicas alterações morfológicas corporais para cada idade, podendo incidir de forma permanente sobre os níveis de saúde, qualidade e hábitos assumidos para toda a vida adulta. Os resultados podem ser perceptíveis na distribuição indesejada dos componentes corporais ou desproporção entre os tecidos da massa corporal.

Até a fase do envelhecimento, significativas diminuições relacionadas à idade ocorrem na massa magra e estatura corporal (PONTI *et al.*, 2020). Em contrapartida, ocorrem aumentos na gordura total, na porcentagem de gordura, no peso corporal e no Índice de Massa Corporal (IMC). Todavia a literatura não apresenta consenso nas tendências de alteração dos componentes da CC para cada idade, ou seja: enquanto alguns estudos sustentam ideias de tendência de diminuição de massa muscular até o envelhecimento (HUGHES *et al.*, 2004; PONTI *et al.*, 2020), outros relatam aumentos da massa magra nessa fase da vida (VISSER *et al.*, 2003; LEE *et al.*, 2005). Há ainda aqueles que declaram não haver grandes modificações proporcionais da CC (FORBES, 1999; STATHOKOSTAS *et al.*, 2004) durante a vida adulta e o envelhecimento.

Sendo assim, parece fundamental que se conheça o comportamento das estruturas corporais e suas características típicas para cada idade, a fim de se obter indicadores normativos capazes de nortear as intervenções e os programas de controle do peso ou intervenção, quando necessárias. A promoção da saúde durante o crescimento, desenvolvimento e envelhecimento humano são metas desejáveis de todas as culturas evoluídas. Neste sentido, o profissional de saúde que trabalha junto a diferentes grupos etários tem um papel fundamental. Quer na participação de equipes multidisciplinares, na orientação de atividades físicas direcionadas à promoção da saúde ou no monitoramento do peso corporal da população em geral (PARK *et al.*, 2020). Entender e esperar o que ocorre durante as diversas etapas da vida, que vai

da adolescência ao envelhecimento, torna-se requisito básico da competência profissional. Assim, neste capítulo são apresentadas as eventuais diferenças no perfil antropométrico e na composição corporal de indivíduos de ambos os sexos em diferentes faixas etárias. De forma mais específica, procurou-se descrever, comparar e interpretar o processo das mudanças na CC a partir de uma análise bicompartimental, considerando a distribuição de massa magra (MM) e massa gorda (MG), do período etário da adolescência à velhice.

## 2. MÉTODOS

Os dados que serão apresentados foram obtidos a partir de um programa de ação comunitária (Projeto Interação), como parte de atividades de Extensão Universitária cadastrado e aprovado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade do Oeste Paulista sob nº PPD/158. O Projeto Interação que ocorria trimestralmente, envolvia exames e orientação de saúde gratuitos à comunidade, atendimentos psicológicos e sociais, promovidos em parceria entre a Universidade do Oeste Paulista e a iniciativa privada. Os serviços de orientação e atendimento eram oferecidos pelos estudantes de cursos de saúde (medicina, odontologia, fonoaudiologia, nutrição, educação física e fisioterapia) em eventos-feiras aos finais de semana, previamente organizados e divulgados junto às comunidades. Os participantes envolvidos no presente estudo, durante o Projeto Interação 2004 eram residentes em quatro municípios (Rosana, Pirapozinho, Panorama e Martinópolis) da região oeste do estado de São Paulo. Todos os participantes, após serem convenientemente informados sobre a proposta do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidos, assinaram termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo seguiu as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos.

### Amostra

Voluntariaram-se neste programa 565 sujeitos, sendo 194 homens e 371 mulheres, entre 11 e 69 anos de idade. Foram classificados em sete grupos etários: onze a 17 anos (G1), 18 e 19 anos (G2), 20 a 29 anos (G3), 30 a 39 anos (G4), 40 a 49 anos (G5), 50 a 59 anos (G6) e 60 a 69 anos (G7). Como critério de inclusão para aproveitamento dos dados, os participantes deveriam ser a) aparentemente saudáveis, sem partes do corpo amputadas ou com alguma síndrome que ocasionasse anomalias no processo de crescimento; b) com idades entre 10 e 70 anos e c) completassem todas as medidas propostas.

### Medidas antropométricas

A massa corporal (MC) em kg foi mensurada em uma balança mecânica da marca Fillizola, com precisão de 100 gramas e na tentativa de

dirimir erros, a balança era aferida a cada dez pesagens. A estatura (Est) em metro foi determinada em estadiômetro de madeira com precisão de 0,1 cm. Todos os indivíduos foram pesados e medidos descalços usando o mínimo de roupas possível. Para MC e Est foram seguidos os procedimentos descritos por Gordon, Chumlea e Roche (1988). O índice de massa corporal (IMC) foi determinado em  $\text{kg}/\text{m}^2$ .

### Avaliação da Composição Corporal

A composição corporal foi determinada a partir das medidas de espessura das dobras cutâneas tricipital (TR), subescapular (SE), supra-ilíaca (SI), abdominal (AB), e coxa medial (CM). Para os homens, foi incluída a dobra cutânea peitoral (PT). As medidas foram coletadas no hemicorpo direito, em cada ponto anatômico conforme as proposições de Harrison *et al.* (1988) para crianças e adolescentes e de Lohman, Roche & Martorrel (1988) para os adultos. As medidas foram realizadas por uma equipe de avaliadores especialmente treinada para o estudo, com um plicômetro Harpenden®, de pressão constante de  $10\text{g}/\text{mm}^2$ , com precisão de 0,2 mm. O erro de medida intra e inter avaliadores sempre estiveram dentro dos limites esperados (NORTON; OLDS, 2005).

O percentual de gordura (%G) foi calculado a partir da densidade corporal dos adultos, obtidas das equações para homens (JACKSON; POLLOCK, 1978) e mulheres (JACKSON; POLLOCK; WARD, 1982). O %G foi então calculado a partir das conversões de Siri (1961). O %G de crianças e adolescentes, foi calculado obedecendo os critérios para idade, sexo e classificação puberal (SLAUGHTER *et al.*, 1988).

### Análise Estatística

A estatística descritiva dos valores de média e desvio padrão das variáveis da CC dos sujeitos foi apresentada por sexo e idade. As possíveis diferenças entre médias foram testadas pela ANOVA (*one-way*), considerando o fator de agrupamento etário, quando o teste (*post-hoc*) de Tukey HSD indicou onde ocorriam. O critério de significância estatística foi previamente determinado ( $p < 0,05$ ) e para todas as análises foi utilizado o pacote estatístico SPSS 20.0.

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo seguiu modelo de corte transversal e teve caráter descritivo. A representação dos valores médios das variáveis do estudo para cada agrupamento etário está presente na Tabela 1.

**Tabela 1:** Valores da média e desvio padrão ( $\pm$ ) da Estatura (Est), massa corporal (MC), índice de massa corporal (IMC), gordura absoluta (kg) e percentual (%) e massa magra (MM) para cada sexo e década etária, de pessoas entre 11 e 69 anos de idade.

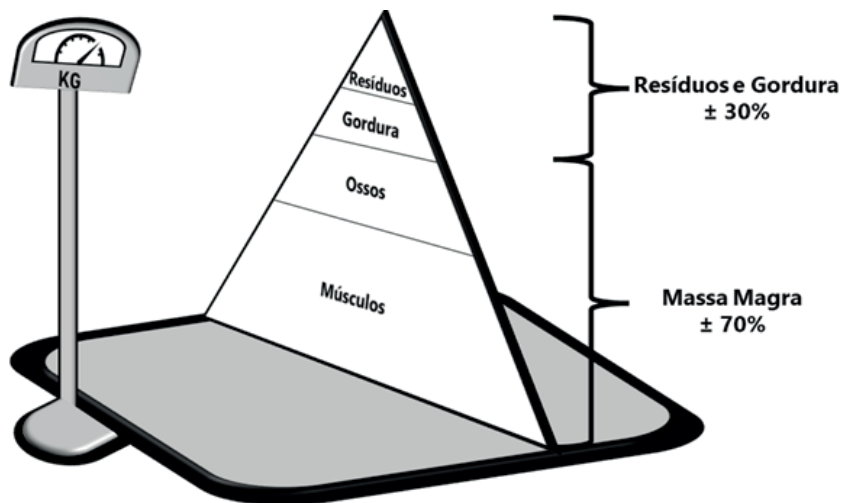
| Idades (anos)    | n   | Est (cm)          | MC (kg)         | IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | Gordura (%)     | Gordura (kg)    | MM (kg)          |
|------------------|-----|-------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| <b>Masculino</b> |     |                   |                 |                          |                 |                 |                  |
| G1 (11-17)       | 48  | 163,4 $\pm$ 16,3* | 53,7 $\pm$ 15,9 | 19,8 $\pm$ 3,6*          | 16,4 $\pm$ 7,4* | 9,1 $\pm$ 5,9   | 44,6 $\pm$ 12,4  |
| G2 (18-19)       | 14  | 174,2 $\pm$ 7,7   | 74,7 $\pm$ 19,6 | 24,2 $\pm$ 6,7           | 24,8 $\pm$ 12,3 | 20,0 $\pm$ 17,3 | 54,6 $\pm$ 8,4   |
| G3 (20-29)       | 55  | 174,1 $\pm$ 6,4   | 74,8 $\pm$ 13,1 | 24,6 $\pm$ 3,5           | 18,1 $\pm$ 11,1 | 20,9 $\pm$ 25,7 | 66,6 $\pm$ 71,4  |
| G4 (30-39)       | 21  | 170,5 $\pm$ 6,6   | 80,3 $\pm$ 15,6 | 27,5 $\pm$ 4,5           | 22,5 $\pm$ 10,8 | 22,2 $\pm$ 11,4 | 58,1 $\pm$ 6,7   |
| G5 (40-49)       | 26  | 171,8 $\pm$ 7,9   | 80,7 $\pm$ 20,4 | 27,2 $\pm$ 5,6           | 28,9 $\pm$ 11,7 | 25,2 $\pm$ 11,4 | 55,5 $\pm$ 11,3  |
| G6 (50-59)       | 20  | 166,9 $\pm$ 7,4   | 79,5 $\pm$ 8,5  | 28,5 $\pm$ 2,5           | 26,2 $\pm$ 7,2  | 22,8 $\pm$ 4,6  | 56,6 $\pm$ 6,8   |
| G7 (60-69)       | 10  | 167,2 $\pm$ 4,8   | 74,3 $\pm$ 14,9 | 26,4 $\pm$ 4,1           | 21,8 $\pm$ 9,8  | 19,4 $\pm$ 7,9  | 54,9 $\pm$ 7,7   |
| <i>Total</i>     | 194 | 169,7 $\pm$ 10,9  | 71,4 $\pm$ 18,5 | 24,5 $\pm$ 5,2           | 19,5 $\pm$ 11,5 | 18,8 $\pm$ 16,8 | 56,3 $\pm$ 39,6  |
| <b>Feminino</b>  |     |                   |                 |                          |                 |                 |                  |
| G1 (11-17)       | 61  | 155,3 $\pm$ 10,5* | 48,7 $\pm$ 11,7 | 19,9 $\pm$ 3,1           | 40,4 $\pm$ 8,8  | 19,8 $\pm$ 6,7  | 28,8 $\pm$ 7,7*  |
| G2 (18-19)       | 24  | 161,9 $\pm$ 8,0   | 57,1 $\pm$ 13,7 | 21,7 $\pm$ 4,5           | 45,7 $\pm$ 8,7* | 20,7 $\pm$ 9,1  | 36,4 $\pm$ 11,4* |
| G3 (20-29)       | 86  | 160,3 $\pm$ 6,9   | 60,4 $\pm$ 13,4 | 23,5 $\pm$ 4,6*          | 28,1 $\pm$ 6,3* | 16,9 $\pm$ 8,2* | 43,5 $\pm$ 6,0   |
| G4 (30-39)       | 68  | 158,7 $\pm$ 5,9   | 65,5 $\pm$ 9,8  | 26,0 $\pm$ 3,9           | 32,8 $\pm$ 6,6  | 21,1 $\pm$ 7,1  | 44,4 $\pm$ 5,5   |
| G5 (40-49)       | 62  | 158,0 $\pm$ 5,8   | 68,8 $\pm$ 13,6 | 27,6 $\pm$ 5,4           | 33,6 $\pm$ 6,4  | 23,0 $\pm$ 8,8  | 45,7 $\pm$ 6,3   |
| G6 (50-59)       | 50  | 156,4 $\pm$ 4,9   | 70,6 $\pm$ 12,8 | 28,8 $\pm$ 4,8           | 34,7 $\pm$ 5,4  | 24,2 $\pm$ 7,5  | 46,4 $\pm$ 6,3   |
| G7 (60-69)       | 20  | 154,8 $\pm$ 5,1   | 66,1 $\pm$ 10,3 | 27,7 $\pm$ 4,9           | 33,0 $\pm$ 6,6  | 21,5 $\pm$ 7,2  | 44,6 $\pm$ 5,2   |
| <i>Total</i>     | 371 | 158,1 $\pm$ 7,3   | 62,3 $\pm$ 14,2 | 24,9 $\pm$ 5,4           | 30,1 $\pm$ 7,6  | 20,7 $\pm$ 8,1  | 41,6 $\pm$ 9,1   |

Legenda: \*(p<0,05) diferenças dos grupos etários subsequentes

No estudo da CC, o fracionamento do peso elimina interpretações equivocadas que comumente se atribui a esta variável. Isso porque nosso corpo não apresenta formação estrutural isolada, mas ocorrem mudanças em quase todos os órgãos e componentes corporais. O mito de se perder peso, que é comumente associado ao emagrecimento, na realidade podem ser processos distintos e independentes. É possível haver emagrecimento (perda de gordura) com aumento de peso corporal mediante ganho de massa muscular (GUEDES; GUEDES, 2006). Sendo assim, pode se compreender que os componentes corporais obedecem a uma distribuição de proporcionalidade distinta, conforme ilustra a representação abaixo (Figura 1):



**Figura 1:** Representação proporcional dos componentes da CC.



A principal estrutura responsável pelo peso corporal é a massa muscular juntamente com a estrutura óssea enquanto a massa de gordura e os resíduos, a menor parte (WANG; PIERSON, HEYMSFIELD, 1992). Pouco se sabe sobre valores padrão ou forma adequada da distribuição de gordura, bem como da sua associação com o envelhecimento saudável (HUGHES *et al.*, 2004), menos ainda se sabe sobre o comportamento da gordura corporal ao longo da vida, ou como alguma previsão poderá direcionar ações na promoção do envelhecimento saudável.

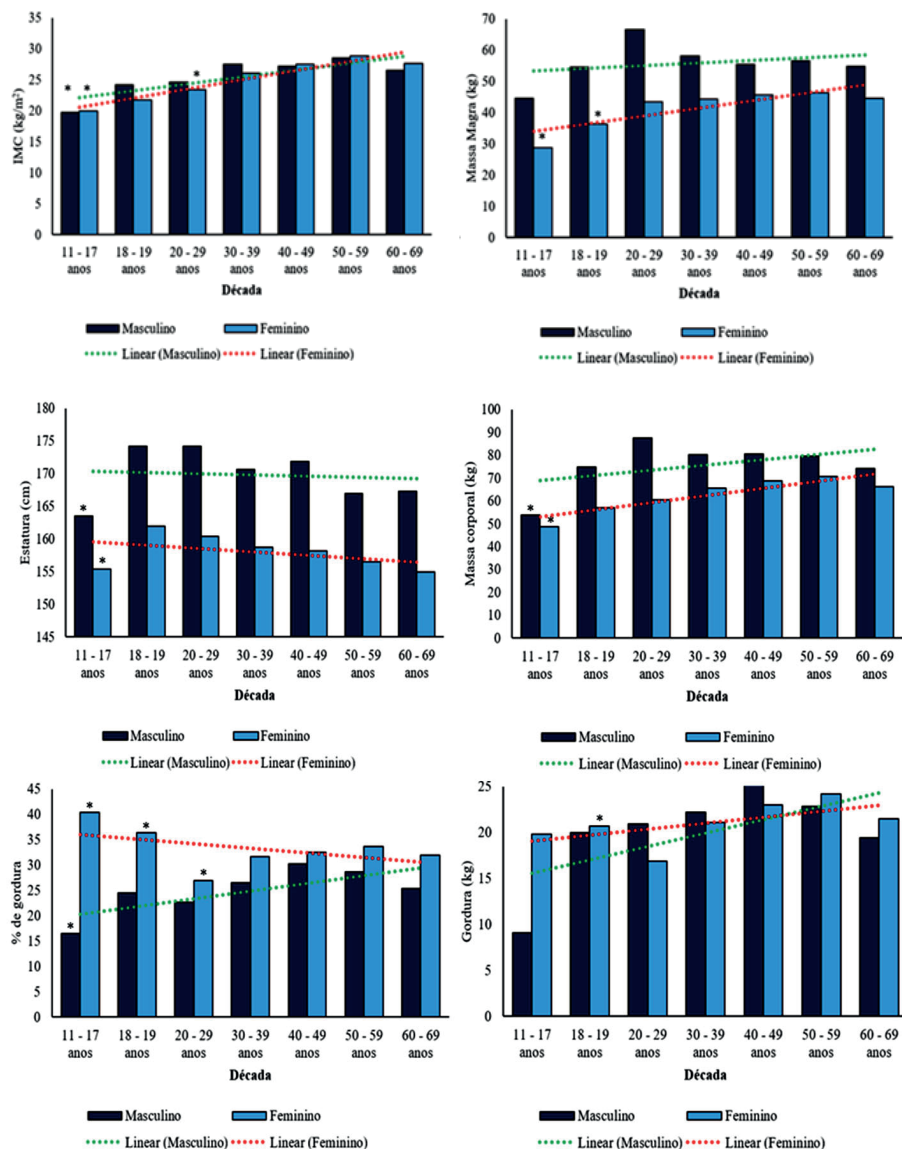
Conforme pode ser observado na Tabela 1, os valores médios da Est, MC, IMC e MM dos homens sempre foram maiores do que das mulheres, mas a gordura deles sempre foi menor que delas nas comparações em todas as idades. Todavia, atenção maior deve ser dada na tendência de diminuição dos valores de estatura ao longo da vida, muito embora se deva lembrar que neste estudo a observação transversal, não caracteriza influências de tendência negativa secular sobre o crescimento físico, sendo este, portanto, um fator limitante.

A análise da variância dos valores médios entre os grupos indicou, como esperado, diferenças na maioria das variáveis do G1 em relação ao G2 (Tabela 1). Considerando o amplo agrupamento etário (11 - 17 anos) eram esperadas diferenças da CC dos adolescentes em relação aos demais. Entretanto, em nenhum outro momento houve diferenças entre os grupos etários no sexo masculino. Essa mesma tendência não foi observada para a CC no sexo feminino, ou seja, as adolescentes não diferiram dos adultos na maioria das comparações, com exceção da estatura e MM. Talvez a tendência de amadurecimento precoce das meninas em relação aos meninos, além da tendência de elas atingirem menores índices finais de crescimento (BEUNEN;

ROGOL; MALINA, 2006), possa explicar parte dessas ocorrências. No mais, os grupos G2 e G3 apresentaram no IMC, gordura relativa (%) e absoluta (kg) e MM, diferenças em relação às idades subsequentes (\* $p < 0,05$ ). Nota-se que nas décadas seguintes, tanto homens como mulheres não apresentaram grandes diferenças etárias da CC.

A partir dos 50 anos de idade, o comportamento da CC observado neste estudo sugeriu similaridade nos valores observados na Est e IMC de ambos os sexos, com maiores oscilações na Est e %G (Figura 2). Uma tendência de aproximação do IMC entre homens e mulheres com a idade foi observada, em contraste a uma distinção mais acentuada no %G entre os sexos (Figura 2). Esse comportamento sugere que embora a MC de homens e mulheres tenda à aproximação, como bem indicada no IMC, não reflete exatamente a distribuição proporcional entre massa magra e gordura corporal. A Figura 2 evidencia tendência de aumento da gordura com o envelhecimento para ambos os sexos, enquanto a MM tende a aproximação entre os sexos. Esses resultados estão de acordo com os achados de Visser *et al.* (2003), que investigaram as mudanças em homens e de mulheres negros e caucasianos, dos 70 aos 79 anos, a partir de exames densitométricos. Em apenas dois anos de observação longitudinal, foi observado um declínio na MC total. Entre homens, ocorria na massa magra e massa do tecido magro uma diminuição entre 1,1 e 0,8%, respectivamente, que era mascarada por um aumento simultâneo na massa gorda total (2,0%), enquanto entre as mulheres, o declínio na massa magra observado foi de apenas 0,6% com nenhuma mudança na massa do tecido magro e na gordura corporal. A perda de massa do tecido magro foi maior nos homens comparados às mulheres, sugerindo que homens e negros podem ser mais propensos a perdas musculares.

**Figura 2:** Representação gráfica do processo de mudanças dos componentes da CC de pessoas entre 11 e 69 anos de idade



Segundo nossos achados, percebeu-se uma tendência de alternância, segundo o componente corporal observado. Não se pode dizer que ocorreram alterações na estatura ao longo dos anos, pois numa observação transversal, existe maior dependência de fatores hereditários do que ambientais (HUGHES *et al.*, 2004), mas os gráficos de MC e IMC indicam

claramente tendência de aumentos à medida que se envelhece, pois refletem comportamentos e tendências ambientais presentes na determinação da MC. Embora a gordura relativa (%) sugira tendência de redução para as mulheres, os gráficos de gordura absoluta (kg) e MM sugerem o contrário. Vale ressaltar que esta observação transversal não reflete comportamento dos componentes corporais ao longo do tempo. Trata-se, porém, de um comparativo entre gerações, quando as gerações mais velhas (grupos etários) preservam maiores valores absolutos de MC, IMC, Gordura absoluta e MM. Quanto ao IMC, foi observado um aumento até por volta dos 60 anos, mas uma tendência de serem menores a partir dessas idades. Parte deste comportamento talvez possa ser explicada pelo fato de as equações utilizadas neste estudo terem sido propostas para idades inferiores, ou seja, para avaliar homens e mulheres de até 61 (JACKSON; POLLOCK, 1978) e 55 (JACKSON; POLLOCK; WARD, 1982) anos, respectivamente.

As espessuras de dobras cutâneas não são adequadas para avaliar mudanças na massa da gordura corporal em pessoas muito idosas (HUGHES *et al.*, 2004), por causa da redistribuição de gordura relacionada à idade. Estes autores observaram no seu estudo que medidas de circunferência da cintura e da coxa são melhores indicadores que as espessuras de dobras cutâneas sozinhas. Modelos alternativos e específicos para idosos devem ser consideradas para o uso em estudos longitudinais de pessoas idosas, uma vez que as alterações nas medidas dessas regiões correspondem a mudanças da adiposidade de tronco (abdominal) e das perdas musculares, como a sarcopenia (PONTI *et al.*, 2020). Na mensuração da gordura corporal, o acompanhamento longitudinal pode refletir melhor o comportamento e a tendência ao longo dos anos, todavia o custo e viabilidade dessas investigações geralmente são elevados. Outro problema reside no aspecto metodológico em si, como o uso de instrumentos com menor sensibilidade em pessoas idosas, como é o caso dos compassos de dobras cutâneas ou cálculos de IMC, bem inespecíficos.

O %G observado nos homens deste estudo (Figura 2), sempre foi menor do que das mulheres, entretanto o mesmo não se observou nos valores absolutos. Houve uma tendência de aumento até próximo dos 50 anos, tendendo a seguir à ligeira diminuição nos últimos grupos etários. Por outro lado, a gordura das mulheres se manteve sem grandes diferenças etárias. No gráfico da MC, os homens tenderam à diminuição, inversamente ao comportamento da MC das mulheres. Enquanto para as mulheres, o gráfico da gordura apresenta manutenção dos resultados, nos homens, observa-se diminuição nos grupos etários finais. No gráfico do IMC, houve aumentos com a idade para ambos os sexos e na MC tendências inversas. Essas ocorrências apontam diferenças entre os sexos no comportamento das estruturas corporais em função da idade. Os valores absolutos de gordura e MM dão uma ideia melhor dessa tendência. Enquanto homens tendem à diminuição dos valores absolutos de gordura a partir dos 40 anos, para as

mulheres essa tendência só é mais bem percebida após os 60 anos. A MM por sua vez, tendeu a se estabilizar para os homens a partir dos 40 anos e aos 60 para as mulheres. Ao investigar massa magra em adultos idosos, Forbes (1999) observou de forma longitudinal, que os adultos que perderam peso numa média de 1,5 kg de massa magra por década, ganharam uma quantidade igual de gordura, aqueles que perderam peso, perderam ainda mais massa magra, e, aqueles que ganharam peso, ganharam massa magra ou a perderam mais lentamente do que os outros. A perda de massa magra não é inevitável na vida adulta até a idade de 81 anos. A quantidade e a proporção da mudança na massa magra, seja positiva ou negativa, é muito influenciada pela mudança do peso corporal total (FORBES, 1999). Todavia não descreveu tendência dessas mudanças ou comparações etárias ao longo da vida.

Ao investigar idade, CC e estilo de vida no *Fels Longitudinal Study*, Kottke, Wu & Hoffman (2003) acompanharam 102 homens e 108 mulheres = 210 sujeitos de 40 a 66 anos. Observaram que os efeitos de um programa de atividade física sobre a CC podem ser mascarados se houver mensuração apenas da MC e IMC (KOTTKE; WU; HOFFMAN, 2003). Essa evidência foi confirmada no presente estudo, indicando que embora o IMC seja um indicador epidemiológico de saúde pública, não pode indicar com precisão a tendência da CC durante os diferentes ciclos de vida. O comportamento da MM e valores absolutos de MG sugerem comportamento bem distinto do IMC (Figura 2). Em outro estudo que investigou as mudanças da MC e emagrecimento, em adultos idosos num curto período, Lee *et al.* (2005) observaram que a perda continuada da MC era mais comum nos participantes com diminuição involuntária do que naqueles com perda intencional, mas a diferença não era significativa. As mudanças na MC eram comuns, mas a maioria dos participantes, incluindo aqueles com perda involuntária, mantinham sua mudança da MC ou atingiram suas metas de emagrecimento ideal em seis meses. A perda involuntária da MC parece menos provável de ser resolvida do que outras mudanças da MC. Assim, embora os valores observados neste estudo tenham sido similares aos da literatura, não se pode garantir que as mudanças da CC ao longo da vida se deem de forma única em todas as populações.

A determinação de valores normativos de forma regionalizada parece desejável. Mas, sobretudo, a importância de manutenção de dados atualizados bem como as limitações e cuidados na avaliação de pessoas idosas, deve merecer cada vez maior atenção dos pesquisadores, a fim de desenvolver estratégias adequadas e intervenção em todas as fases da vida. Em conclusão, uma grande variação do comportamento dos componentes de CC ao longo da vida da adolescência à velhice foi verificada neste estudo, quando os resultados indicaram maiores médias de Est, MC, IMC e MM entre os homens com menores valores de %G em relação às mulheres. No entanto, houve marcantes diferenças entre os sexos, sobretudo a partir dos

40 anos para os homens e a partir dos 60 anos, nas mulheres. As mudanças indicaram redução da MC ao longo da vida em homens, mas aumento nas mulheres até aos 60 anos, quando observou-se uma inversão. Embora o IMC aumente para ambos os sexos, os maiores valores de gordura nas mulheres sugerem a massa magra como o principal fator responsável pela diminuição da MC total nos homens. A manutenção de MM nos grupos etários finais suporta as maiores justificativas desse comportamento. Vale ressaltar, entretanto, que para além da abordagem transversal, quando uma comparação entre gerações etária fica mais evidente, o comportamento distinto de cada componente corporal deve ser considerado. Sendo assim, uma análise longitudinal de um mesmo grupo que considere o comportamento multicompartmental da CC, seria o melhor dos mundos.

## REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, N; WELSMAN, J. R. (1994) **Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents**. Exerc Sport Sci Rev, v. 22, s.n., p. 435-476, 1994.

BERGMAN, P; GORACY, M. (1984) **The timing of adolescent growth spurts of ten body dimensions in boys and girls of the Wrodaw longitudinal twin study**. J Hum Evol, v. 13, s.n., p. 339-437, 1984.

BEUNEN, G. P; ROGOL, A. D; MALINA, R. M. (2006) **Indicators of biological maturation and secular changes in biological maturation**. Food Nutr Bull, v. 27, n. 4, p. S244-S256, dez. 2006.

DING, D. (2018) **Surveillance of global physical activity: progress, evidence, and future directions**. Lancet Glob Health, v. 6, n. 10, e1046-e1047, out. 2018.

FORBES, G. B. (1999) **Longitudinal changes in adult fat-free mass: influence of body weight**. Am J Clin Nutr, v. 70, n. 6, p. 1025-31, 1999.

GORDON, C. C; CHUMLEA, W. C; ROCHE A. F. (1988) **Stature, recumbent length, and weight**. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. Anthropometric standardizing reference manual. Champaign: Human Kinetics Books, 1988.

GUEDES, D. P; GUEDES, J. E. R. P. (2006) **Manual prático para avaliação em educação física**. São Paulo: Manole, 2006.

HARRISON, G. G; BUSKIRK, E. R; LINDSAY CARTER, J. E; eds. (1988) **Skinfold thicknesses and measurement technique**. In: Lohman, T. G; Roche, A. F; Martorell, R. (Eds.), "Anthropometric Standardization Reference Manual". Champaign: Human Kinetics, 1988.

HUGHES, V. A. ROUBENOFF, R; WOOD, M; FRONTERA, W. R; EVANS, W. J; FIATARONE-SINGH, M. A. (2004) **Anthropometric assessment of 10-y changes**

**in body composition in the elderly.** Am J Clin Nutr, v. 80, n. 2, p. 475-82, ago. 2004.

JACKSON, A. S; POLLOCK, M. L; WARD, A. (1982) **Generalized equations for predicting body density of women.** Med Sci Sports Exerc, v. 12, s.n., p. 175-182, 1982.

JACKSON, A. S; POLLOCK, M. L. (1978) **Generalized equations for predicting body density of men.** Br J Nutr, v. 40, s.n., p. 497-504, 1978.

KOTTKE, T. E; WU, L. A; HOFFMAN, R. S. (2003) **Economic and psychological implications of the obesity epidemic.** Mayo Clin Proc, v. 78, n. 1, p. 92-94, 2003.

LEE, J. S; KRITCHEVSKY, S. B; HARRIS, T. B; TYLAVSKY, F; RUBIN, S. M; NEWMAN, A. B. (2005) **Short-term weight changes in community-dwelling older adults: the Health, Aging, and Body Composition Weight Change Substudy.** Am J Clin Nutr, v. 82, n. 3, p. 644-50, set. 2005.

LOHMAN, T. G; ROCHE, A. F; MARTORREL, R. (1988) **Anthropometric Standardization Reference Manual.** Champaign: Human Kinetics, 1988.

MARTORELL, R; LECHTIG, A; HABICHT, J. P; TYLAVSKY, F; RUBIN, S. M; NEWMAN, A. B. (1975) **Anthropometric standards of physical growth in developing countries: National or international?** Bol Oficina Sanit Panam, v. 79, n. 6, p. 525-529 1975.

NORTON, K; OLDS, T. (2005) **Antropométrica.** Porto Alegre: ARTMED, 2005.

PARK, J. H; MOON, J. H; KIM, H. J; KONG, M. H; OH, Y. H. (2020) **Sedentary Lifestyle: Overview of Updated Evidence of Potential Health Risks.** Korean J Fam Med, v. 41, n. 6, p. 365-373, nov. 2020.

PONTI, F; SANTORO, A; MERCATELLI, D; GASPERINI, C; CONTE, M; MARTUCCI, M; SANGIORGI, L; FRANCESCHI, C; BAZZOCCHI, A. (2020) **Aging and Imaging Assessment of Body Composition: From Fat to Facts.** Front Endocrinol (Lausanne), v. 10, s.n., p. 861, jan. 2020.

RODULFO, J. I. A. (2019) **Sedentary lifestyle a disease from xxi century.** Clin Investig Arterioscler, v. 31, n. 5, p. 233-240, set. 2019.

SILVA, L. S. L; ABDALLA, P. P; ARAUJO, R. G; BATALHAO, D. F; VENTURINI, A. C. R; CARVALHO, A. S; BOHN, L; MOTA, J; MACHADO, D. R. L. (2021) **O consumo de alimentos ultraprocessados é determinante no desenvolvimento da obesidade.** Arquivos Brasileiros de Educação Física, v. 4, s.n., p. 142, 2021.

SIRI, W. E. (1961) **Body composition from fluid space and density.** In: J. Brozek & A. Hanschel. (Eds). Techniques for measuring body composition. Washington: National Academy of Science, 1961.

SLAUGHTER, M. H; LOHMAN, T. G; BOILEAU, R. A; HORSWILL, C. A; STILLMAN,



R. J; VAN-LOAN, M. D; BEMBEN, D. A. (1988) **Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth.** Hum Biol, v. 60, s.n, p. 709-23, out. 1988.

STATHOKOSTAS, L. S; JACOB-JOHNSON, S; PETRELLA, R. J; PATERSON, D. H. (2004) **Longitudinal changes in aerobic power in older men and women.** J Appl Physiol, v. 97, n. 2, p. 781-9, mar. 2004.

SUMMERFIELD, D. (1998) **Protecting children from armed conflict. Children affected by war must not be stigmatized as permanently damaged.** BMJ, v. 317, s.n., p. 1249, 1998.

VISSER, M; PAHOR, M; TYLAVSKY, F; KRITCHEVSKY, S. B; CAULEY, J. A; NEWMAN, A. B; BLUNT, B. A; HARRIS, T. B. (2003) **One- and two-year change in body composition as measured by DXA in a population-based cohort of older men and women.** J Appl Physiol, v. 94, n. 6, p. 2368-74, jun. 2003.

WANG, Z. M; PIERSON, R. N; HEYMSFIELD, S. B. (1992) **The five-level model: a new approach to organizing body-composition research.** Am J Clin Nutr, v. 56, n. 1, p. 19-28, jul. 1992.

## BODY COMPOSITION OR TRANSMORPHY OF THE BEING: FROM ADOLESCENCE TO OLD AGE

**ABSTRACT** - The body composition (BC) of human beings presents more evident changes since the young ages, involving a strong dependence of biological and environmental factors, resulting in typical morphological changes for each age and sex. Understanding the typicality of each phase is essential for all professionals who work with this being, in permanent body transmorphy. In this chapter, normative values are described and the anthropometric differences of people of both sexes, distributed in age groups are identified. A sample of 565 people, from 11 to 69 years, was classified into seven age groups per decade. Mean values of basic anthropometry (height; body mass and body mass index) and BC (lean mass; fat mass; fat percentage) are described. Any differences were tested by ANOVA (one-way) and Tukey HSD post-hoc ( $p < 0.05$ ). As expected, men's BC values were higher than those found in women. Their fat was lower than theirs for all age comparisons. Great variation in the behavior of BC throughout life (from adolescence to old age) was found, when a reduction in body weight in men but increase in women was observed, although the BMI increases for both. Suspicions of loss of greater muscle volumes in men and accumulation of fat in both sexes during aging, would be the possible explanations. However, a longitudinal and multicompartamental approach to CC would be highly desirable.

**KEYWORDS:** Growth; Development; Aging; Adolescents; Anthropometry.



## CAPÍTULO 2

# AVALIAÇÃO DA MOBILIDADE EM PESSOAS COM ESCLEROSE MÚLTIPLA

### **Emerson Sebastião**

Health and Exercise Research  
Group, Department of Kinesiology  
and Physical Education, Northern  
Illinois University, DeKalb, Illinois,  
United States

[lattes.cnpq.br/4438416656626179](https://lattes.cnpq.br/4438416656626179)

### **Christopher Mark Hill**

Dr. Joan Popp Motor Behavior  
Laboratory, Department of  
Kinesiology and Physical Education,  
Northern Illinois University, DeKalb,  
Illinois, United States

### **Felipe Balistieri Santinelli**

REVAL Rehabilitation Research  
Center, Faculty of Rehabilitation  
Sciences, Hasselt University,  
Hasselt, Belgium

[lattes.cnpq.br/6678779092267123](https://lattes.cnpq.br/6678779092267123)

### **Fabio Augusto Barbieri**

Laboratório de Estudos do  
Movimento Humano, Departamento  
de Educação Física, Faculdade de  
Ciências, Universidade Estadual  
Paulista –UNESP - Bauru, São  
Paulo, Brasil

[lattes.cnpq.br/0585938559465147](https://lattes.cnpq.br/0585938559465147)

**RESUMO** - Caracterizada como uma doença inflamatória, progressiva e neurodegenerativa com caráter desmielinizante, e frequentemente incapacitante do sistema nervoso central, a esclerose múltipla afeta cerca de 40 mil pessoas no Brasil e aproximadamente 2,8 milhões de pessoas no mundo. Dentre a gama de sintomas, problemas com a mobilidade, os quais, podem se manifestar já no início da doença, são bastante frequentes na esclerose múltipla. O presente capítulo tem por objetivo listar e descrever importantes testes de performance funcional (i.e., mobilidade) recomendados para pessoas com esclerose múltipla, que são utilizados para monitoramento da progressão e nível de incapacidade da doença. Tais testes são também recomendados em pesquisas envolvendo intervenções com exercício físico nessa população. No total, descrevemos seis testes, os quais focam na mobilidade funcional (*Timed Up and Go*), velocidade rápida do caminhar (*Timed 25-foot Walk*), capacidade de trabalho e fadigabilidade (Teste de Caminhada de 6 Minutos), função de membros inferiores (*Short Physical Performance Battery*), equilíbrio dinâmico e coordenação (*Four-*

*Square Step Test*) e, coordenação de membros inferiores (*Six-Spot Step Test*).

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação funcional; Doença neurológica; Locomoção; Reabilitação.

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com o mais recente Atlas da Esclerose Múltipla (EM) publicado em 2020, estima-se que existam cerca de 2.8 milhões de pessoas vivendo com EM no mundo. Em outras palavras, isso significa que 1 em cada 3000 pessoas em todo o mundo tem EM. No Brasil, um estudo de revisão publicado em 2015, mostrou que a prevalência da esclerose múltipla é de aproximadamente 9 pessoas a cada 100,000 habitantes (DA GAMA PEREIRA *et al.*, 2015) e a Associação Brasileira de Esclerose Múltipla estima que cerca de 40 mil Brasileiros vivam com a EM no Brasil (<https://www.abem.org.br/>). Esse baixo número difere de maneira significativa de países como Estados Unidos (309.2 por cada 100,000) (WALLIN *et al.*, 2019) e Canada (240 por cada 100,000) (MARRIE *et al.*, 2010). Apesar da relativa baixa prevalência dessa doença no Brasil, é importante destacar que a EM pode ter consequências devastadoras e, dessa forma, deve ser uma preocupação.

A EM é caracterizada como uma doença inflamatória, progressiva e neurodegenerativa com caráter desmielinizante, e frequentemente incapacitante do sistema nervoso central (SNC). Por uma predisposição genética associada a um fator ambiental, o sistema imunológico passa a atacar e a destruir a bainha de mielina das células nervosas. A degeneração da bainha de mielina – capa de gordura que envolve a célula nervosa – afeta de maneira negativa a condução do impulso nervoso ao longo do caminho neural no SNC (COMPSTON; COLES, 2008), interrompendo o tráfego de informação no cérebro e entre o cérebro e o corpo. Tal degeneração reduz a velocidade de condução do sinal nervoso e, subsequentemente, interfere na coordenação de movimento. A doença é imprevisível e embora o entendimento da mesma continue a ser um desafio, atualmente parece haver uma melhor compreensão dos fatores genéticos e ambientais subjacentes que impulsionam a condição (OH; VIDAL-JORDANA; MONTALBAN, 2018).

A doença pode se manifestar de três maneiras: a) Remitente-recorrente ou Surto Remissão, b) Progressiva Primária e; c) Progressiva Secundária. A EM do tipo remitente-recorrente é a manifestação mais comum da doença, correspondendo a cerca de 85% dos casos. A EM do tipo remitente-recorrente é caracterizada por exacerbações definidas (recidivas) de novos ou crescentes sintomas neurológicos que são seguidos por períodos de recuperação parcial ou completa (remissão) (LUBLIN *et al.*, 2014). Pelo fato de que a desmielinização pode ocorrer em diferentes partes do SNC (i.e., cérebro, medula espinhal, nervo óptico), a EM apresenta uma ampla gama de sintomas. Sintomas comuns da EM incluem, mas não estão limitados a:

fraqueza muscular, fadiga, problemas de equilíbrio, coordenação, mobilidade e na cognição. A espasticidade – rigidez de um membro ao movimentar-se - também é um sintoma comum da doença. Como resultado, os problemas associados à EM variam de incapacidade leve a severa (COMPSTON; COLES, 2008). O nível de incapacidade na EM é medido por meio da Kurtzke Expanded Disability Status Scale (EDSS) (KURTZKE, 1983). De maneira geral, pontuação de 1 à 4 na EDSS significa incapacidade leve, 5 a 6.5 incapacidade moderada e, 7 a 9.5 incapacidade severa.

Em relação a mobilidade, os problemas com esse sintoma podem começar no início da doença. Um estudo observou que aproximadamente um a cada dois pacientes pesquisados (45%) relatou ter experimentado problemas de mobilidade no primeiro mês após o diagnóstico, com as mulheres sendo mais propensas a serem afetadas nesta fase inicial quando comparadas aos homens. Ainda, dentro do período de um ano de diagnóstico, 58% dos pacientes relataram problemas, dentro de dois anos 67%, dentro de cinco anos 84% e dentro de 10 anos 93% (VAN ASCH, 2011). Além disso, pessoas com EM, relatam que diferentes sintomas afetam de maneira negativa a mobilidade, incluindo fraqueza muscular nas pernas, fadiga, dificuldades de caminhar, problemas com equilíbrio e coordenação e até mesmo dormência das pernas (VAN ASCH, 2011).

Tendo em vista que problemas com a mobilidade são frequentes na EM, este capítulo tem por objetivo listar e descrever importantes testes de performance funcional (i.e., mobilidade) recomendados para pessoas com EM, que são utilizados para monitoramento da progressão e nível de incapacidade da doença.

## 2. AVALIAÇÃO DA PERFORMANCE FUNCIONAL

O quadro 1 a seguir lista de maneira simplificada, os testes frequentemente utilizados para avaliar performance funcional (mobilidade funcional) de pessoas com EM. Ainda, tais testes são recomendados em pesquisas envolvendo intervenções com exercício físico nessa população.

**Quadro 1** - Resumo dos testes de performance funcional frequentemente utilizados em pessoas com esclerose múltipla.

| Referência                                                                                                                                         | Teste                                     | Função avaliada                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Sebastião <i>et al.</i> (SEBASTIÃO <i>et al.</i> , 2016)<br>Podsiadlo e Richardson (PODSIADLO; RICHARDSON, 1991)                                   | Timed Up and Go (TUG)                     | a. Mobilidade Funcional                                  |
| Kaufman <i>et al.</i> (KAUFMAN; MOYER; NORTON, 2000)<br>Kieseier <i>et al.</i> (KIESEIER; POZZILLI, 2012)                                          | Timed 25-foot Walking (T25WT)             | b. Velocidade rápida                                     |
| Fry & Pfalzer (FRY; PFALZER, 2006)<br>Bennett <i>et al.</i> (BENNETT <i>et al.</i> , 2017)<br>Goldman <i>et al.</i> (GOLDMAN; MARRIE; COHEN, 2008) | Teste de Caminhada de 6 Minutos (6MWT)    | a. Medida de capacidade de trabalho<br>b. Fatigabilidade |
| Motl <i>et al.</i> (MOTL <i>et al.</i> , 2015)                                                                                                     | Short Physical Performance Battery (SPPB) | a. Função de membros inferiores                          |
| Wagner <i>et al.</i> (WAGNER <i>et al.</i> , 2013)                                                                                                 | Four-Square Step Test                     | a. Equilíbrio dinâmico e coordenação                     |
| Sandroff <i>et al.</i> (SANDROFF <i>et al.</i> , 2015)                                                                                             | Six Spot Step Test (SSST)                 | a. Coordenação de membros inferiores                     |

A seguir, apresentamos de maneira detalhada, uma breve descrição de cada um dos testes listados no quadro 1, em conjunto com procedimentos para administração de cada teste, assim, como a forma de mensurar o desempenho dos participantes nos mesmos.

## 2.1 Timed Up and Go

O *Timed Up and Go* (TUG) é um teste de medida objetiva da mobilidade funcional que é frequentemente utilizado em pesquisa envolvendo idosos (PODSIADLO; RICHARDSON, 1991) e é validado para pessoas com esclerose múltipla (SEBASTIÃO *et al.*, 2016). O teste consiste em levantar-se de uma cadeira (sem fazer uso das mãos), caminhar em linha reta até um cone (ou marca no chão) que está a 3 metros de distância, fazer a volta ao redor de um cone (giro de 180°), caminhar de volta, e sentar na cadeira novamente. Caso necessário, participantes podem fazer uso de dispositivos que auxiliam na locomoção e equilíbrio, como por exemplo, bengala, enquanto completam

a tarefa/teste. O participante deve ser orientado a completar a tarefa o mais rápido possível, entretanto, dentro dos limites de segurança.

### Como o teste é realizado?

Participantes iniciam o teste sentando-se como descrito acima. O avaliador, após explicar o teste e demonstrar se for necessário (participantes também podem realizar o teste uma vez como familiarização, neste caso, o teste é realizado em caminhada lenta), pergunta se o participante está pronto, em resposta positiva, o avaliador diz ao participante que ele pode começar o teste no momento em que quiser. O cronômetro é iniciado assim que o participante tira o glúteo da cadeira e para quando o participante se senta novamente na cadeira.

**Desempenho:** Participantes completam o teste duas vezes e, a média de tempo das duas tentativas válidas (em segundos) é computado como a performance final do participante (SEBASTIÃO *et al.*, 2016).

## 2.2 Timed 25-foot Walking

O *Timed 25-Foot Walk* (T25FW), ou teste de caminhada de 25 pés (7,62 metros) é um dos testes mais utilizados para avaliar o andar de pessoas com esclerose múltipla (INOJOSA; SCHRIEFER; ZIEMSEN, 2020). O T25FW compõe o *Multiple Sclerosis Functional Composite* (MSFC) (POLMAN; RUDICK, 2010), uma bateria de testes para avaliação do paciente com esclerose múltipla com objetivo de fornecer instruções padronizadas dos testes para terapeutas e médicos. O T25FW, assim como o TUG, é um teste validado para pessoas com EM (MOTL *et al.*, 2017), consiste em um teste para avaliar a velocidade do andar e é considerado uma medida quantitativa da função dos membros inferiores. Uma diferença de 20% no tempo para realização do teste de um momento para o outro, é considerado uma mudança significativa no andar do paciente (KAUFMAN; MOYER; NORTON, 2000).

### Como o teste é realizado?

O teste é realizado em um corredor com um percurso de 25 pés, ou 7,62 metros, marcado no chão. Não deve haver nenhum objeto no trajeto que impeça ou modifique o andar da pessoa. O avaliador necessita ter um cronômetro para mensuração do tempo gasto para realização das tentativas. Primeiramente, o paciente é posicionado no início do trajeto e uma explicação a ele é dada: ele deve caminhar o mais rápido possível, porém de maneira segura, até o fim do trajeto. Ao comando de “Vai”, o paciente deve começar o caminhar e o tempo começa a ser mensurado. O cronômetro deve ser parado no momento em que o paciente cruzar a marca final do trajeto. Imediatamente, o paciente deve se posicionar para realização da segunda tentativa fazendo o caminho de volta no trajeto. Uso de dispositivos

que auxiliam no andar é permitido. O limite para realização de cada tentativa do teste é de 3 minutos. Se o paciente não conseguir realizar a tentativa no tempo limite ou não conseguir realizar a segunda tentativa mesmo após um período de descanso de 5 minutos, o teste deve ser interrompido. O avaliador deve acompanhar a pessoa para garantir a segurança durante todo o trajeto (POLMAN; RUDICK, 2010).

**Desempenho:** A média do tempo (em segundos) da primeira e segunda tentativa é feita e utilizada como a medida principal do T25FW.

### 2.3 Caminhada de 6 Minutos

O teste de caminhada de 6 minutos (TC6) foi primeiramente proposto para a avaliação cardiorrespiratória em diversas populações (i.e., idosos, pessoas com EM, acidente vascular encefálico, Doença de Parkinson, etc.) (ISSUES *et al.*, 2002). O TC6 é uma medida válida para pessoas com EM (GOLDMAN; MARRIE; COHEN, 2008). Não há um consenso na literatura sobre a distância do percurso a ser percorrida no TC6, variando entre 10 metros (RAMARI *et al.*, 2018) a 54,25 metros (GOLDMAN; MARRIE; COHEN, 2008). Entretanto, uma distância mínima de 10 metros é necessária para a realização do teste (ATS, 2002). Recentemente, o TC6 foi validado e utilizado para investigação e identificação da fadigabilidade do andar em pessoas com EM (VAN GEEL *et al.*, 2020). Goldman e colaboradores (2008), sugeriram modificações daquelas primeiramente propostas pela Sociedade Americana Torácica: i) excluindo períodos de descanso durante o teste; ii) enfatizando a velocidade durante o teste e; iii) excluindo frases de encorajamento durante a realização do teste.

#### Como o teste é realizado?

Primeiramente, um corredor sem obstrução, com uma distância mínima de 10 metros e onde a pessoa tenha espaço suficiente para a realização dos giros de 180° ao início/fim do percurso deve ser selecionado. Um cone deve ser posicionado em ambos início e fim do trajeto. Além disso, o trajeto deve ser marcado metro a metro, dessa forma o avaliador consegue ter a distância exata que a pessoa percorreu. O avaliador pode demonstrar como realizar o teste e principalmente os giros em cada extremidade. A pessoa deve ser instruída a caminhar o mais rápido possível, sem correr, por um período de 6 minutos e um *feedback* pode ser dado a pessoa em relação a quanto tempo já foi ou ainda resta para o fim do teste. Importante, nenhuma palavra de encorajamento deve ser dada. O avaliador deve marcar todas as voltas realizadas pela pessoa, podendo também ser marcado a distância percorrida minuto a minuto. Faltando 15 segundos para o fim, a pessoa deve ser informada e a seguinte instrução fornecida “Quando eu falar PARE, você deve parar no mesmo momento e eu irei até você”. Esse ponto de parada deve ser marcado e contabilizado na distância percorrida pela

pessoa (GOLDMAN; MARRIE; COHEN, 2008).

**Desempenho:** Algumas medidas podem ser obtidas a partir do TC6, como: i) distância final percorrida pela pessoa; ii) velocidade média (distância total dividido por 360 segundos); iii) medida de fadigabilidade (verificação se há um decréscimo de 10% da distância percorrida no último minuto, com a distância percorrida no primeiro minuto); iv) distância percorrida minuto a minuto e consequentemente, velocidade média minuto a minuto.

## 2.4 Short Physical Performance Battery

A *Short Physical Performance Battery* (SPPB) é uma ferramenta para avaliar o funcionamento dos membros inferiores em pessoas idosas que é também validada para pessoas com esclerose múltipla (MOTL, R. W., LEARMONTH, Y. C., WÓJCICKI, T. R., FANNING, J., HUBBARD, E. A., KINNETT-HOPKINS, D., ROBERTS, S. A., & MCAULEY, [S.d.]). Esta bateria é composta de três partes: equilíbrio em pé, velocidade de marcha e força dos membros inferiores (GURALNIK, J. M. *et al.*, 1994; GURALNIK, JACK M. *et al.*, 1995; MOTL, R. W., LEARMONTH, Y. C., WÓJCICKI, T. R., FANNING, J., HUBBARD, E. A., KINNETT-HOPKINS, D., ROBERTS, S. A., & MCAULEY, 2015).

### Como o teste é realizado?

No equilíbrio em pé, o participante deve manter a postura ereta por 10 segundos em três bases de suporte: pés lado a lado (paralelos), semi-tandem e tandem. A avaliação inicia com a condição de pés lado a lado, seguindo para a posição dos pés em semi-tandem e depois em tandem, seguindo uma ordem progressiva de dificuldade. A avaliação da velocidade de marcha ocorre em um percurso de 4 metros, solicitando ao participante que percorra esta distância em sua velocidade preferida. O desempenho do participante nesta avaliação é mensurado pelo tempo que ele utiliza para percorrer esta distância. Na avaliação de força dos membros inferiores, o participante deve sentar-se e levantar-se (ficar em posição ereta) da cadeira por cinco vezes, o mais rápido possível. O participante não deve usar os braços para auxiliar na tarefa. Antes do início do teste deve-se verificar a capacidade do participante em realizar a tarefa.

**Desempenho:** Cada avaliação é pontuada individualmente e posteriormente é calculada uma pontuação geral do SPPB. Cada uma das três avaliações de desempenho é atribuída a uma pontuação categórica variando de 0 (incapacidade de completar um teste) a 4 (nível mais alto de desempenho). A nota geral do SPPB varia entre 0 e 12. Pontuações mais altas refletem melhor desempenho no teste, sendo 0 a 3 pontos = incapacidade ou capacidade ruim; 4 a 6 pontos = baixa capacidade; 7 a 9 pontos = capacidade moderada; e 10 a 12 pontos = boa capacidade (GURALNIK, J. M. *et al.*, 1994; GURALNIK, JACK M. *et al.*, 1995; MOTL, R. W., LEARMONTH, Y. C.,



WÓJCICKI, T. R., FANNING, J., HUBBARD, E. A., KINNETT-HOPKINS, D., ROBERTS, S. A., & MCAULEY, 2015]). Para a avaliação do equilíbrio em pé, nas duas primeiras bases de suporte (pés lado a lado e semi-tandem) o participante recebe pontuação 1 no caso de conseguir manter-se na posição por 10 segundos, e pontuação 0 no caso de não conseguir manter-se por 10 segundos. Na terceira base de suporte, o indivíduo recebe pontuação 2 no caso de conseguir manter-se a posição 10 segundos; pontuação 1 se mantiver a posição por 3 a 9,99 segundos e, pontuação 0 para o tempo menor que 3 segundos ou caso não realize o teste. Na avaliação da velocidade da marcha, pontuação 0 é atribuída ao participante que não conseguir completar o teste, pontuação 1 se o tempo for maior do que 8,7 segundos, pontuação 2 o tempo se o tempo for de 6,21 a 8,7 segundos, pontuação 3 se o tempo for de 4,82 a 6,2 segundos e pontuação 4 se o tempo for menor do que 4,82 segundos. Na avaliação da força dos membros inferiores, se o participante não conseguir levantar-se as 5 vezes ou completar o teste em tempo maior que 60 segundos: 0 ponto; tempo do teste entre 16,7 segundos ou mais: 1 ponto; tempo do teste entre 13,7 a 16,69 segundos: 2 pontos; tempo do teste entre 11,2 a 13,69 segundos: 3 pontos; e tempo do teste menor do que 11,19 segundos: 4 pontos.

## 2.5 Four-Square Step Test

O *Four-Square Step Test* (4SST) é um teste de equilíbrio dinâmico e coordenação que avalia clinicamente a capacidade dos participantes de passar por cima de objetos para frente, para os lados e para trás. A validade e a confiabilidade do 4SST em pessoas com EM foram examinadas em trabalhos anteriores (WAGNER *et al.*, 2013). Neste teste, os participantes são solicitados a pisar sobre quatro canos/marcas colocadas no chão em um arranjo de sinal de “mais” e são instruídos a concluir o teste o mais rápido possível. Os participantes são instruídos a tocar ambos os pés no chão em todos os quadrados e permanecer com o olhar voltado para a frente durante todo o teste. Participantes também são instruídos a não tocar nos canos/marcas ao passar os pés de um quadrado para outro. O teste começa com o participante de pé no quadrado 1 de frente para o quadrado 2. Para completar o teste, o participante deve pisar em todos os quatro quadrados no sentido horário (quadrado 1, quadrado 2, quadrado 3, quadrado 4, quadrado 1) e anti-horário (voltar para as direções do quadrado 4, quadrado 3, quadrado 2, quadrado 1. (Figura 2). Os participantes têm direito a duas tentativas e o resultado primário é o melhor tempo (em segundos).

### Como o teste é realizado?

As instruções verbais e físicas dos procedimentos do 4SST devem ser executadas pelo administrador do teste antes de iniciar o teste. O participante deve ser instruído a ficar no quadrado 1 voltado para o quadrado 2. Forneça



as seguintes instruções ao participante antes do início do teste: “Complete a sequência o mais rápido possível, sem tocar nos canos/marcas. Ambos os pés devem fazer contato com o chão em cada quadrado. Se possível, olhe para a frente durante toda a sequência” (DITE; TEMPLE, 2002). Seguindo esta instrução, faça com que o participante execute um teste prático de familiarização para garantir a compreensão do participante em relação aos procedimentos do teste. Após a familiarização, os participantes devem retornar à posição inicial no quadrado 1 para iniciar as tentativas de válidas do 4SST. Caso o participante perca o equilíbrio ou faça contato com os canos/marcas no meio do teste, este deve ser interrompido e uma nova tentativa deve ser iniciada (DITE; TEMPLE, 2002).

**Desempenho:** O avaliador inicia o cronômetro quando o primeiro pé entra em contato com o quadrado 2 e termina quando o segundo pé do paciente entra em contato com o chão no quadrado 1 após completar toda a sequência de etapas. A pontuação é registrada como o tempo necessário para completar toda a sequência de passos. O tempo mais rápido das duas tentativas é considerado como a performance do participante (DITE; TEMPLE, 2002). A tentativa é pontuada ainda que o paciente não conseguir olhar para frente durante toda a sequência.

## 2.6 Six-Step Spot Test (6SST)

O 6SST é um teste validado em pessoas com EM e é administrado como uma medida da função ambulatorial (NIEUWENHUIS *et al.*, 2006; SANDROFF *et al.*, 2015). O teste exige que os participantes concluam a avaliação caminhando por um percurso retangular de cinco metros de comprimento e um de largura, com cinco cones posicionados no solo, um e três metros da linha de partida no lado esquerdo e dois e quatro metros da linha de largada do lado direito, com o cone final posicionado na linha média do percurso, a cinco metros da linha de largada (Figura 4). Os participantes devem “chutar” os cones da posição marcada com um pé, alternando entre os lados medial e lateral. Os participantes completam o 6SST quatro vezes: duas vezes usando o pé dominante e duas vezes usando o pé não dominante para chutar os cones.

### Como o teste é realizado?

Primeiro, o avaliador deve questionar os participantes em relação a perna/membro dominante. Em seguida, as instruções verbais e físicas dos procedimentos referente ao teste devem ser executadas pelo administrador do teste antes do seu início. Após esta demonstração, os pacientes devem assumir uma posição inicial no final do campo de teste com seus pés tocando a linha de partida (NIEUWENHUIS *et al.*, 2006). Os participantes são instruídos da seguinte forma: “Eu gostaria que você caminhasse para o outro lado do campo o mais rápido possível, enquanto “chuta” os cones alternando

entre os lados medial e lateral do seu pé dominante. Preparado? “Vai!”. Os participantes devem ser encorajados a realizar a tarefa o mais rápido possível, mas sem correr para atingir os objetivos da tarefa. O tempo de teste deve começar assim que o pé do participante levantar da linha de partida e parar quando o último cone for movido de sua posição inicial. Por segurança, o administrador do teste deve acompanhar o participante à medida que ele completa o percurso. As tentativas são realizadas de forma consecutiva. Após a conclusão das duas tentativas utilizando o membro dominante, o participante completará mais duas tentativas, porém, com seu membro não dominante. Durante as tentativas como o membro não dominante, os participantes devem ser instruídos da seguinte maneira: “Eu gostaria que você caminhasse para o outro lado do campo o mais rápido possível, enquanto chuta os cones alternando entre os lados medial e lateral de seu pé não dominante. Preparar? “Vai!”. O tempo é registrado da mesma forma que nas tentativas anteriores de membros dominantes (NIEUWENHUIS *et al.*, 2006).

O teste deve ser interrompido sob três condições: 1) o participante não consegue completar as tentativas seguintes a tentativa 1 (perna dominante) e um período de descanso de cinco minutos; 2) Duas falhas consecutivas em dentro da mesma tentativa. 3) Uma tentativa com a perna dominante demora mais do que três minutos, as tentativas continuam com a perna não dominantes (NIEUWENHUIS *et al.*, 2006).

**Desempenho:** A performance final do participante é o tempo médio em segundos das quatro tentativas do 6SST. A pontuação das tentativas individuais consiste em medir o tempo em segundos desde o momento em que o paciente levanta o pé da linha de partida até o momento em que “chuta” o último cone para fora de sua posição inicial. O tempo deve ser registrado com precisão de 0,1 segundo (NIEUWENHUIS *et al.*, 2006).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conquanto menos prevalente no Brasil, a EM é uma doença que acomete cerca de 2,8 milhões de pessoas no mundo e, que pode ser altamente incapacitante. A restrição da mobilidade é uma deficiência física comum entre indivíduos com EM. Sintomas neurológicos como diminuição da força muscular, problemas com equilíbrio e coordenação e espasticidade contribuem de maneira negativa a mobilidade nessa população. Ao longo deste capítulo, diferentes testes recomendados para medir performance funcional (mobilidade), os quais avaliam mobilidade funcional, velocidade rápida do caminhar, capacidade de trabalho e fadigabilidade, função de membros inferiores, equilíbrio dinâmico e coordenação e, coordenação de membros inferiores foram descritos. Tais testes são frequentemente utilizados para monitoramento da progressão da doença, nível de incapacidade dos indivíduos e, são recomendados em intervenções envolvendo exercício físico. Embora a ciência tenha evoluído em relação ao entendimento da doença, existem muitas perguntas a cerca dessa condição que ainda não tem cura.

Contudo, a EM tem sido foco de muitos estudos ao redor do globo, muitos ligados a área da reabilitação física e cognitiva, os quais, tem possibilitado um constante e significativa evolução na qualidade de vida das pessoas com EM.

## REFERÊNCIAS

ATS - Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. **American Thoracic Society ATS Statement : Guidelines for the Six-Minute Walk Test**. American Journal of Respiratory and Clinical Care Medicine, v. 166, n. 1, p. 111–117, 2002.

BENNETT, S. E.; BROMLEY, L. E.; FISHER, N. M.; TOMITA, M. R.; NIEWCZYK, P. **Validity and reliability of four clinical gait measures in patients with multiple sclerosis**. International Journal of MS Care, v. 19, n. 5, p. 247-252, 2017.

COMPSTON, A.; COLES, A. **Multiple sclerosis**. Lancet, v. 372, n. 9648, p. 1502–1517, 2008.

DA GAMA PEREIRA, A. B. C. N.; LACATIVA, M. C. S.; PEREIRA, F. F. C. C.; ALVARENGA, R. M. P. **Prevalence of multiple sclerosis in Brazil: A systematic review**. Multiple Sclerosis and Related Disorders, v.4, n. 6, p. 572-579, 2015.

DITE, W.; TEMPLE, V. A. **A clinical test of stepping and change of direction to identify multiple falling older adults**. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, v. 83, n. 11, p. 1566-1571, 2002.

FRY, D. K.; PFALZER, L. A. **Reliability of Four Functional Tests and Rating of Perceived Exertion in Persons with Multiple Sclerosis**. Physiotherapy Canada, v. 58, n. 3, p. 212-220, 2006.

GOLDMAN, M. D; MARRIE, R. A.; COHEN, J. A. **Evaluation of the six-minute walk in multiple sclerosis subjects and healthy controls**. Multiple sclerosis, v. 14, n. 3, p. 383–390, 2008.

GURALNIK, J. M.; SIMONSICK, E. E.; FERRUCCI, L.; GLYNN, R. J.; BERKMAN, L. F.; BLAZER, D. G.; SCHERR, P. A.; WALLACE, R. B. **A short physical performance battery assessing lower extremity function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission**. Journals of Gerontology, v. 49, n. 2, p. M85-94, 1994.

GURALNIK, J. M. *et al.* **Lower-Extremity Function in Persons over the Age of 70 Years as a Predictor of Subsequent Disability**. New England Journal of Medicine, v. 332, n. 9, p. 556–562, 1995.

INOJOSA, H.; SCHRIEFER, D.; ZIEMSEN, T.. **Clinical outcome measures in multiple sclerosis: A review**. Autoimmunity Reviews, V. 19, N. 5, P. 102512, 2020.

KAUFMAN, M.; MOYER, D.; NORTON, J. **The significant change for the Timed 25-foot Walk in the multiple sclerosis functional composite**. *Multiple sclerosis*, v. 6, n. 4, p. 286–290, 2000.

KIESEIER, B. C.; POZZILLI, C. **Assessing walking disability in multiple sclerosis**. *Multiple Sclerosis Journal*, v. 18, n. 7, p. 914–924, 2012.

KURTZKE, J. F. **Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS)**. *Neurology*, v. 33, n. 11, p. 1444–1452, 1983.

LUBLIN, F. D. *et al.* **Defining the clinical course of multiple sclerosis: The 2013 revisions**. *Neurology*, v. 83, n.3, p. 278–286, 2014.

MARRIE, R. A.; YU, N.; BLANCHARD, J.; LEUNG, S.; ELLIOTT, L. **The rising prevalence and changing age distribution of multiple sclerosis in Manitoba**. *Neurology*, v. 74, n. 6, p. 465–471, 2010.

MOTL, R. W.; LEARMONTH, Y. C.; WÓJCICKI, T. R.; FANNING, J.; HUBBARD, E. A.; KINNETT-HOPKINS, D.; ROBERTS, S. A.; MCAULEY, E. **Preliminary validation of the Short Physical Performance Battery in older adults with multiple sclerosis**. *BMC Geriatrics*, v. 15, n. 157, 2015.

MOTL, R. W. *et al.* **Validity of the timed 25-foot walk as an ambulatory performance outcome measure for multiple sclerosis**. *Multiple Sclerosis Journal*, v. 23, n. 5, p. 704–710, 2017.

NIEUWENHUIS, M. M.; TONGEREN, H. VAN.; SORENSEN, P. S.; RAVNBORG, M. **The Six Spot Step Test: A new measurement for walking ability in multiple sclerosis**. *Multiple Sclerosis*, V. 12, N. 4, P. 495–500, 2006.

OH, J.; VIDAL-JORDANA, A.; MONTALBAN, X. **Multiple sclerosis: Clinical aspects**. *Current Opinion in Neurology*, v. 31, n. 6, p. 752–759, 2018.

PODSIADLO, D; RICHARDSON, S. **The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons**. *Journal of the American Geriatrics Society*, v. 39, n. 2, p. 142–148, 1991.

POLMAN, C. H.; RUDICK, R. A. **The multiple sclerosis functional composite a clinically meaningful measure of disability**. *Neurology*, v. 74, n. Suppl 3, p. S8–15, 2010.

RAMARI, C.; MORAES, A. G.; TAUIL, C. B.; von GLEHN, F.; MOTL, R. W.; de DAVID, A. C. **Knee flexor strength and balance control impairment may explain declines during prolonged walking in women with mild multiple sclerosis**. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, v. 20, p. 181–185, 2018.

SANDROFF, B. M.; MOTL, R. W.; SOSNOFF, J. J.; PULA, J. H. **Further validation of the Six-Spot Step Test as a measure of ambulation in multiple sclerosis**. *Gait and Posture*, v. 41, n. 1, p. 222–227, 2015.

SEBASTIÃO, E.; SANDROFF, B. M.; LEARMONTH, Y. C.; MOTL, R. W. **Validity of The Timed Up and Go as A Measure of Functional Mobility in Persons with Multiple Sclerosis.** Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, v. 97, p. 1072–1077, 2016.

VAN ASCH, P. **Impact of Mobility Impairment in Multiple Sclerosis 2 – Patients' Perspectives.** European Neurological Review, v. 6, n. 2, p. 115–120, 2011.

VAN GEEL, F.; VELDKAMP, R.; SEVERIJNS, D.; DALGAS, U.; FEYS, P. **Day-to-day reliability, agreement and discriminative validity of measuring walking-related performance fatigability in persons with multiple sclerosis.** Multiple Sclerosis Journal, v. 26, n. 1, p. 1785-1789, 2020.

WAGNER, J. M.; NORRIS, R. A.; Van DILLEN, L. R.; NAISMITH, R. T. **Four Square Step Test in ambulant persons with multiple sclerosis: validity, reliability, and responsiveness.** International Journal of Rehabilitation Research, v. 36, n. 3, p. 253-259, 2013.

WALLIN, M. T. *et al.* **The prevalence of MS in the United States: A population-based estimate using health claims data.** Neurology, v. 92, n. 10, p. e1029-e1040, 2019.

## MOBILITY ASSESSMENT IN PEOPLE WITH MULTIPLE SCLEROSIS

**ABSTRACT** - Characterized as an inflammatory, progressive and neurodegenerative, and often disabling disease with a demyelinating characteristic of the central nervous system, multiple sclerosis affects approximately 40,000 people in Brazil and approximately 2.8 million individuals across the globe. Among the wide array of symptoms, difficulties with mobility, which can manifest early in the disease, are quite frequent in multiple sclerosis. This chapter aims to list and describe important functional performance tests (i.e., mobility) recommended for people with multiple sclerosis, which are used to monitor the progression and level of disability of the disease. Such tests are also recommended in research involving exercise interventions in this population. We describe six tests, which focus on functional mobility (Timed Up and Go), fast walking speed (Timed 25-foot Walk), work capacity and fatigue (6-Minute Walk Test), lower limb function (Short Physical Performance Battery), dynamic balance and coordination (Four-Square Step Test) and coordination of lower limbs (Six-Spot Step Test).

**KEYWORDS:** Ambulation; Functional assessment; Neurological disease; Rehabilitation.

# IDENTIFICAÇÃO DA SARCOPENIA MEDIANTE ANTROPOMETRIA E TESTES FUNCIONAIS SIMPLES

### **Pedro Pugliesi Abdalla**

Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto (EERP), Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo  
Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e lazer (CIAFEL), Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP), Universidade do Porto, Porto, Portugal  
[lattes.cnpq.br/4445447212671333](http://lattes.cnpq.br/4445447212671333)

### **Giorjines Fernando Boppre**

Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e Lazer (CIAFEL), Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP), Universidade do Porto, Porto, Portugal

### **Leonardo Yung dos Santos Maciel**

Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Sergipe, Lagarto, Sergipe.  
Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e lazer (CIAFEL), Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP), Universidade do Porto, Porto, Portugal

### **Lucas Veras**

Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e lazer (CIAFEL),

Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP), Universidade do Porto, Porto, Portugal

### **André Pereira dos Santos**

Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto (EERP), Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo

### **Lucimere Bohn**

Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e lazer (CIAFEL), Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP) e Laboratório para a Investigação Integrativa e Translacional em Saúde Populacional (ITR), Universidade do Porto, Porto, Portugal

Faculdade de Psicologia, Educação e Desporto, Universidade Lusófona do Porto, Porto, Portugal

### **Jorge Mota**

Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e lazer (CIAFEL), Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP) e Laboratório para a Investigação Integrativa e Translacional em Saúde Populacional (ITR), Universidade do Porto, Porto, Portugal

**Dalmo Roberto Lopes Machado**

Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto (EERP), Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo

Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e lazer (CIAFEL), Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP), Universidade do Porto, Porto, Portugal

**RESUMO** - A sarcopenia é uma doença caracterizada pela redução da força e da massa muscular. A prevalência desta condição tem uma tendência de aumento entre a população idosa, com maior incidência em países subdesenvolvidos. Os instrumentos recomendados por consensos e consórcios internacionais para medir os componentes que identificam a sarcopenia envolvem alto custo e nem sempre estão muito disponíveis na prática clínica. Este capítulo tem por objetivo apresentar alternativas viáveis para identificar sarcopenia na atividade cotidiana dos profissionais da saúde. Para tal, foi realizada uma revisão narrativa da literatura. Foram identificados modelos antropométricos preditivos da força de preensão manual e da massa muscular apendicular, mensuradas por dinamometria manual e absorciometria radiológica de dupla energia (DXA), respectivamente. Esses instrumentos são recomendados internacionalmente como os mais indicados na literatura, para identificar sarcopenia. Além dessas medidas, o consenso europeu sobre sarcopenia também recomenda o teste de sentar e levantar da cadeira (força muscular) e perímetro da panturrilha (estimativa da massa muscular) como alternativas possíveis. Neste capítulo, são apresentados quadros e tabelas com os parâmetros de referência (pontos de corte) de cada uma dessas medidas para identificar a baixa força e massa muscular. Em conclusão, existem métodos que fazem uso de medições antropométricas e testes simples, com referenciais específicos na identificação de baixa força e massa muscular. O profissional da saúde tem condições de monitorar o risco de sarcopenia nos idosos mediante recursos simples e rotineiros de sua prática clínica. Como resultado, aumentam as chances de sucesso nas estratégias de intervenção preventivas da sarcopenia no idoso ou seu agravamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Antropometria; Dinapenia; Fragilidade; Miopenia.

## 1. INTRODUÇÃO

O número de idosos no mundo aumentará consideravelmente até 2050. A estimativa é de que globalmente, existirão 1,5 bilhões de pessoas com mais de 65 anos (HIGO; KHAN, 2015). O fenômeno do envelhecimento será ainda mais evidente nos países subdesenvolvidos, como o Brasil. Na sua totalidade, 80% dos idosos de todo o mundo estarão alocados nos países subdesenvolvidos (cerca de 1,2 dos 1,5 bilhões) (HIGO; KHAN, 2015).

Os impactos do envelhecimento no organismo estão associados com



respostas fisio-metabólicas percebidas nas alterações fisiológicas, motoras, morfológicas e sensoriais. Essas alterações impactam na funcionalidade dos sistemas (cardiovascular, endócrino, esquelético, digestório, muscular, nervoso, dentre outros). Em idade avançada, os músculos esqueléticos têm seu volume excessivamente reduzido, sendo isto perceptível “a olho nu”. A perda de massa muscular está documentada desde o século XVI, como descreveu William Shakespeare na sua obra “*As You Like It*” sobre a sexta das sete idades do homem:

“... óculos no nariz, bolsa de lado, calças da mocidade bem poupadas, mundo amplo em demasia para pernas tão mirradas ...” (MARÍN, 1929).

A partir dos 27 anos de idade ocorrem os primeiros sinais de diminuição da massa muscular (SILVA *et al.*, 2010), reduzindo sua proporção total em até 40% dos 20 aos 70 anos (ROGERS; EVANS, 1993). Ainda mais acentuada é a redução da força muscular, sendo até três vezes maior do que a própria massa muscular (COMPSTON *et al.*, 2014). Ou seja, para cada quilo muscular perdido perde-se 3 kg da capacidade de carga.

A sarcopenia é caracterizada quando as reduções da força e massa muscular ocorrem em maior magnitude (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2018), impactando na diminuição do desempenho funcional como, por exemplo, nas atividades corriqueiras de uma condição independente de andar, subir escadas, sentar e levantar de uma cadeira, dentre outras. A sarcopenia foi reconhecida como doença e incluída na classificação internacional de doenças (CID-10-CM – M62.84) (ANKER; MORLEY; VON HAEHLING, 2016), e tem prevalência que varia entre 5 e 50% na população idosa (VON HAEHLING; MORLEY; ANKER, 2010). A nível global, a sarcopenia apresenta uma prevalência de 10% (SHAFIEE *et al.*, 2017) e no Brasil, é de aproximadamente 17% (DIZ *et al.*, 2017). A sarcopenia é um dos principais contribuintes para a perda da independência em idosos (LAURETANI *et al.*, 2003; WU *et al.*, 2014) e pode ser amenizada/revertida nestes através da mudança no estilo de vida (FIATARONE *et al.*, 1990). Por isso, parece extremamente oportuno que profissionais da saúde meçam, acompanhem e orientem no sentido de proteger/atenuar o surgimento e agravamento desta condição.

Embora os instrumentos indicados em consensos sobre sarcopenia (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2018; BHASIN *et al.*, 2020) para medir a força muscular (dinamômetro isocinético, dinamômetro manual, cadeira extensora, entre outros) e estimar/medir a massa muscular (absorciometria radiológica de dupla energia (DXA); bioimpedância (BIA); biópsia muscular; ressonância magnética (RM); tomografia computadorizada (TC); teste de diluição de creatina marcada com deutério [creatina D<sub>3</sub>] e ultrassonografia) sejam caros e muitas vezes inacessíveis na prática clínica (ABDALLA *et al.*, 2021), existem alternativas acessíveis para estimar os componentes da sarcopenia. Posto isto, o objetivo desse capítulo é reunir as informações sobre formas de estimar ou medir de um modo simplificado os componentes que identificam a sarcopenia.



## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esse capítulo trata-se de um estudo de revisão narrativa da literatura. As bases de dados utilizadas para buscas foram Pubmed<sup>□</sup> e Scielo<sup>□</sup>. Não houve restrições quanto ao período de publicação dos artigos. Os descritores utilizados foram circunferência/perímetro da panturrilha, força de preensão manual, massa muscular apendicular, massa isenta de gordura e osso apendicular, tecido mole magro apendicular, equações preditivas, modelos preditivos, sarcopenia. Foram incluídos estudos que propuseram modelos preditivos da força ou massa muscular de idosos, além de estudos que propuseram valores referenciais (pontos de corte) para identificar baixa força e massa muscular, publicados no idioma português ou inglês. Foram excluídos artigos com informações incompletas e que não atenderam aos critérios de elegibilidade. Os artigos foram elegíveis quando respeitaram os critérios de inclusão e a revisão foi composta por três fases: 1) busca nos bancos de dados Pubmed<sup>®</sup> e Scielo<sup>®</sup>; 2) análises dos títulos e resumos; e 3) avaliação dos textos completos. Por fim, os modelos e referenciais encontrados foram disponibilizados em quadros e tabelas para facilitar a utilização pelos profissionais da saúde.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Identificação da Sarcopenia

Há duas diretrizes mais utilizados na literatura para esse fim. O **consenso europeu** do *European Working Group on Sarcopenia in Older People* (EWGSOP) (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2018) e o **consórcio americano** *Sarcopenia Definition and Outcomes Consortium* (SDOC) (BHASIN *et al.*, 2020) dos grupos *Foundation for the National Institutes of Health* (FNIH) e *National Institute on Aging* (NIA).

O **consenso europeu** define sarcopenia como um distúrbio muscular esquelético progressivo e generalizado que está associado ao aumento da probabilidade de resultados adversos à saúde, incluindo quedas, fraturas, deficiência física e mortalidade. Para identificá-la são requisitos a presença de baixa força muscular e baixa massa muscular. Caso um dado idoso apresente somente redução da força, este tem sarcopenia provável. Um terceiro parâmetro é o desempenho físico. Caso um dado idoso tenha sarcopenia e valores baixos nesse parâmetro, este idoso é caracterizado com sarcopenia severa.

O **consórcio americano** SDOC define sarcopenia de forma semelhante ao consenso europeu, contudo não recomenda utilizar a massa muscular como parâmetro (BHASIN *et al.*, 2020) uma vez que as relações com a funcionalidade do idoso tendem a ser baixas. Assim a identificação se dá nomeadamente quando há redução conjunta da força muscular e do desempenho físico.

O instrumento mais utilizado para medir a força muscular é o dinamômetro manual, que mede a força de preensão manual (DIZ *et al.*, 2017). Embora de simples aplicação, profissionais de saúde nem sempre têm este equipamento disponível. Para estimativa da massa muscular, equipamentos de análise por imagem são os meios mais precisos. Dentre estes, a DXA é o recurso mais utilizado (DIZ *et al.*, 2017), pois a partir do tecido mole magro apendicular (de membros superiores e inferiores), a massa muscular total é estimada. A DXA tem como desvantagens o elevado custo e a necessidade de técnicos especializados (DOS SANTOS *et al.*, 2018). Para ultrapassar estes constrangimentos, o próprio consenso europeu e a literatura científica específica apresentam alternativas mais acessíveis para identificação da sarcopenia, como relatadas a seguir.

Em relação aos testes de desempenho físico, o consenso europeu recomenda o teste de velocidade usual de marcha, *Short physical performance battery* [SPPB], teste de caminhada de seis minutos e *Timed-up-and-go test* [TUG]). Estes são simples e não envolvem instrumentos dispendiosos. A descrição dos testes de desempenho físico não estará no escopo desse capítulo.

## 3.2 Alternativas acessíveis para estimar a força muscular

### 3.2.1 Estimativa da Força de preensão manual com modelos antropométricos preditivos

Existem modelos preditivos da força de preensão manual obtida por dinamômetro manual. Com base no sexo, idade e informações antropométricas [estatura, peso, índice de massa corporal (IMC)], torna-se possível estimar a força de preensão manual de idosos. O Quadro 1 apresenta modelos preditivos da força de preensão manual.

**Quadro 1:** Modelos preditivos da Força de Preensão Manual

| Autor                                  | Amostra                                                | Modelo preditivo da Força de Preensão Manual                                                                                                                     | r <sup>2</sup> ajustado |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| WANG <i>et al.</i> (2018)              | Estados Unidos da América (EUA) (n=1232; 18 a 85 anos) | Homens mão dominante: $-29,959 - 3,095E^{-05} \times (Idade^3_{[anos]}) + 38,719 \times Estatura_{[m]} + 0,113 \times Peso_{[kg]}$                               | 0,44                    |
|                                        |                                                        | Homens mão não dominante: $-30,474 - 2,937E^{-05} \times (Idade^3_{[anos]}) + 38,594 \times Estatura_{[m]} + 0,099 \times Peso_{[kg]}$                           | 0,44                    |
|                                        |                                                        | Mulheres mão dominante: $-22,717 - 1,920E^{-05} \times (Idade^3_{[anos]}) + 30,360 \times Estatura_{[m]} + 0,048 \times Peso_{[kg]}$                             | 0,36                    |
|                                        |                                                        | Mulheres mão não dominante: $-21,292 - 1,776E^{-05} \times (Idade^3_{[anos]}) + 28,995 \times Estatura_{[m]} + 0,040 \times Peso_{[kg]}$                         | 0,32                    |
| ROSTAMZADEH; SAREMI; TABATABAEI (2019) | Irã (n=418; 24 a 59 anos)                              | Mão dominante: $-34,09 - 14,61 \times Sexo_{[homen=1; mulher=0]} + 0,05 \times Idade_{[anos]} + 0,514 \times Estatura_{[cm]} + 0,28 \times IMC_{[kg/m^2]}$       | 0,75                    |
|                                        |                                                        | Mão não dominante: $-39,18 - 13,218 \times Sexo_{[homen=1; mulher=0]} + 0,09 \times Idade_{[anos]} + 0,479 \times Estatura_{[cm]} + 0,434 \times IMC_{[kg/m^2]}$ | 0,70                    |

*Nota:*  $E^{-0.05}$  indica  $10^{-5}=0.00001$ ; IMC=índice de massa corporal (peso/estatura<sup>2</sup>).

Uma grande limitação deste método é que não existem modelos específicos para brasileiros. Portanto, são necessários estudos de validação desses modelos ou desenvolvimento de equações válidas para amostras brasileiras. De igual modo, cada nacionalidade requer os próprios modelos, segundo as características específicas para cada país de interesse.

Os pontos de corte para classificar a baixa força muscular a partir da

força de preensão manual estão dispostos na Tabela 1.

**Tabela 1:** Pontos de corte para identificar baixa Força de Preensão Manual

| Autor                                  | Amostra                | Variável                                                                         | Ponto de corte                         |
|----------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| DODDS <i>et al.</i> (2014)*            | Reino Unido (n=49.964) | Força de preensão manual <sub>[kg]</sub>                                         | <27 kg (homens)<br><16 kg (mulheres)   |
| SAMPAIO <i>et al.</i> (2017)           | Brasil (n=578)         | Força de preensão manual <sub>[kg]</sub>                                         | <30 kg (homens)<br><21,7 kg (mulheres) |
|                                        |                        | Força de preensão manual <sub>[kg]</sub> /IMC <sub>[kg/m²]</sub>                 | <1,07 (homens)<br><0,66 (mulheres)     |
| MANINI <i>et al.</i> (2020)†           | EUA (n=18.767)         | Força de preensão manual <sub>[kg]</sub>                                         | <35,5 kg (homens)<br><20 kg (mulheres) |
|                                        |                        | Força de preensão manual <sub>[kg]</sub> /Peso <sub>[kg]</sub>                   | <0,45 (homens)<br><0,34 (mulheres)     |
|                                        |                        | Força de preensão manual <sub>[kg]</sub> /IMC <sub>[kg/m²]</sub>                 | <1,05 (homens)<br><0,79 (mulheres)     |
| ABDALLA <i>et al.</i> (in press, 2021) | Brasil (94)            | Força de preensão manual <sub>[kg]</sub> /Perímetro do antebraço <sub>[cm]</sub> | <1,33 (homens)<br><1,04 (mulheres)     |

\*adotado como referência pelo consenso europeu de sarcopenia

†adotado como referência pelo consórcio americano de sarcopenia

### 3.2.2 Teste de Sentar e Levantar da Cadeira

Segundo o consenso europeu de sarcopenia, o teste de sentar e levantar da cadeira pode ser utilizado para identificar baixa força muscular. O teste pretende contabilizar o tempo necessário para que idoso consiga realizar cinco repetições completas do exercício sentar e levantar da cadeira. **Caso o tempo necessário para completar as 5 repetições seja superior a 15 segundos**, existe a presença de baixa força muscular.

Caso não seja viável estimar a força de preensão manual pelos modelos apresentados no Quadro 1, é possível verificar os níveis de força do idoso através de equipamentos tão simples como uma cadeira e um cronômetro. O protocolo detalhado da *American Academy of Orthotists & Prosthetists* é retratado no consenso europeu de sarcopenia e pode ser visto neste link ([https://www.youtube.com/watch?v=\\_jPI-luRJ5A](https://www.youtube.com/watch?v=_jPI-luRJ5A)).

### 3.3 Alternativas acessíveis para estimar a Massa Muscular

#### 3.3.1 Massa Muscular Apendicular estimada por modelos antropométricos preditivos

Para o consenso europeu, a massa isenta de gordura e de osso apendicular (isto é, de membros superiores e inferiores), são considerados como representativos da massa muscular, e podem identificar a redução deste componente. A massa isenta de gordura e de osso apendicular, muitas vezes é chamada de tecido mole magro apendicular ou simplesmente massa muscular apendicular. Apesar de pertencer ao nível II da composição corporal (nível molecular) (WANG, Z.-M.; PIERSON; HEYMSFIELD, 1992), a massa magra obtida por DXA na região apendicular (braço e pernas) equivale quase à totalidade do tecido músculo esquelético corporal, ao nível IV (tecidual), com exceção de uma pequena quantidade de pele e tecidos conectivos (QUITERIO *et al.*, 2009). A massa muscular apendicular, portanto, representa aproximadamente 75% do total da massa muscular esquelética do organismo de um adulto (HEYMSFIELD *et al.*, 1990). Contudo, como há dificuldade de acesso a essa medida na prática clínica, pelo elevado custo de um exame DXA, modelos antropométricos preditivos são alternativas propostas para estimar a massa muscular apendicular. O Quadro 2 retrata alguns desses modelos. Como muitas vezes cada autor propôs mais de um modelo, está representado apenas o modelo de maior coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de cada estudo.

**Quadro 2:** Modelos preditivos da Massa Muscular Apendicular

| Autor                            | Amostra                                              | Modelo preditivo da Massa Muscular Apendicular                                                                                                                                                                                                                                  | $r^2$ ajustado |
|----------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| BAUMGARTNER <i>et al.</i> (1998) | EUA<br>(n=149;<br>73,6±5,8<br>anos)                  | $0,2487 \times \text{Peso}_{[\text{kg}]} + 0,0483 \times \text{Estatura}_{[\text{cm}]} - 0,1584 \times \text{Perímetro do quadril}_{[\text{cm}]} + 0,0732 \times \text{força de preensão manual}_{[\text{kg}]} + 2,5843 \times \text{sexo}_{[\delta=1; \varphi=0]}$<br>+ 5,8828 | 0,91           |
| TANKO <i>et al.</i> (2002)       | Dinamarca<br>(n=754<br>mulheres;<br>18 a 85<br>anos) | Mulheres: $-13,3 - 0,05 \times \text{Idade}_{[\text{anos}]} + 0,11 \times \text{Peso}_{[\text{kg}]} + 16,1 \times \text{Estatura}_{[\text{m}]}$                                                                                                                                 | 0,58           |
| VISVANATHAN <i>et al.</i> (2012) | Austrália<br>(n=188; 18<br>a 83 anos)                | $10,047427 + 0,353307 \times \text{Peso}_{[\text{kg}]} - 0,621112 \times \text{BMI}_{[\text{kg}/\text{m}^2]} - 0,022741 \times \text{Idade}_{[\text{anos}]} + 5,096201 \times \text{sexo}_{[\delta=1; \varphi=0]}$                                                              | 0,91           |

|                                  |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |
|----------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| GOMES <i>et al.</i><br>(2013)    | Brasil<br>(n=106;<br>>80 anos)                | $0,074 \times \text{Estatura}_{[\text{m}]} + 0,277 \times \text{Peso}_{[\text{kg}]} - 0,144 \times \text{dobra cutânea do tríceps}_{[\text{mm}]} - 0,103 \times \text{perímetro da cintura}_{[\text{cm}]} + 1,831 \times \text{sexo}_{[\delta=1; \varphi=0]} - 0,966$                                                                                                                         | 0,82 |
| PEREIRA <i>et al.</i><br>(2013)  | Brasil (n=60<br>mulheres;<br>60 a 89<br>anos) | Mulheres: $4,087 + 0,255 \times \text{Peso}_{[\text{kg}]} - 0,371 \times \text{BMI}_{[\text{kg/m}^2]} + 0,011 \times (\text{Perímetro do antebraço direito}_{[\text{cm}]}^2) - 0,035 \times \text{Dobra cutânea da coxa}_{[\text{cm}]}$                                                                                                                                                       | 0,77 |
| KULKARNI <i>et al.</i><br>(2013) | Índia<br>(n=1.332<br>homens; 18<br>a 79 anos) | Homens: $0,274 \times \text{Peso}_{[\text{kg}]} + 0,090 \times \text{Estatura}_{[\text{cm}]} + 0,223 \times \text{Perímetro da panturrilha}_{[\text{cm}]} + 0,143 \times \text{Perímetro do braço}_{[\text{cm}]} - 0,023 \times \text{idade}_{[\text{anos}]} - 0,104 \times \text{Perímetro do quadril}_{[\text{cm}]} - 3,163 \times \text{LOG} - 0,996$                                      | 0,86 |
|                                  |                                               | Mulheres: $1,609 - 0,021 \times \text{Idade}_{[\text{anos}]} + 0,250 \times \text{Peso}_{[\text{kg}]} + 0,070 \times \text{Estatura}_{[\text{cm}]} + 0,098 \times \text{Perímetro da panturrilha}_{[\text{cm}]} + 0,027 \times \text{perímetro do braço}_{[\text{cm}]} - 0,085 \times \text{perímetro do quadril}_{[\text{cm}]} - 1,821 \times \text{LOG}$                                    | 0,86 |
| LERA <i>et al.</i> (2014)        | Chile<br>(n=308;<br>69,9±5,2<br>anos)         | $0,107 \times \text{Peso}_{[\text{kg}]} + 0,251 \times \text{Altura do joelho}_{[\text{cm}]} + 0,197 \times \text{Perímetro da panturrilha}_{[\text{cm}]} + 0,047 \times \text{força de prensão manual}_{[\text{kg}]} - 0,034 \times \text{Perímetro do quadril}_{[\text{cm}]} + 3,417 \times \text{Sexo}_{[\delta=1; \varphi=0]} - 0,020 \times \text{idade}_{[\text{anos}]} - 7,646$        | 0,89 |
| RAMIREZ <i>et al.</i><br>(2015)  | México<br>(n=171; 60<br>a 86 anos)            | $0,215 \times \text{Perímetro da panturrilha}_{[\text{cm}]} + 0,093 \times \text{Força de prensão manual}_{[\text{kg}]} + 0,061 \times \text{Peso}_{[\text{kg}]} + 3,637 \times \text{Sexo}_{[\delta=1; \varphi=0]} + 0,112 \times \text{Estatura}_{[\text{cm}]} - 16,449$                                                                                                                    | 0,92 |
| SANTOS;<br>GONZALEZ<br>(2019)    | EUA<br>(n=15.239;<br>≥ 18 anos)               | $\text{Perímetro da panturrilha}_{[\text{cm}]} \times 0,435 + \text{Perímetro do braço}_{[\text{cm}]} \times 0,261 + \text{Perímetro da coxa}_{[\text{cm}]} \times 0,069 - \text{Idade}_{[\text{anos}]} \times 0,035 + \text{Sexo}_{[\delta=1; \varphi=0]} \times 7,523 + 1 \times \text{Etnia}_{[\text{Branco}=0; \text{Preto}=1,176; \text{Latinos}=-0,965; \text{Outros}=-0,641]} - 9,241$ | 0,90 |

|                                                    |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| CHIEN <i>et al.</i><br>(2020)                      | Taiwan<br>(n=332;<br>>50 anos)       | $0,202 \times \text{Peso}_{[\text{kg}]} - 0,166 \times \text{Perímetro do quadril}_{[\text{cm}]} - 1,484 \times \text{Sexo}_{[\text{♂}=1; \text{♀}=2]} + 0,173 \times \text{Perímetro da panturrilha}_{[\text{cm}]} + 0,096 \times \text{Estatura}_{[\text{cm}]} + 0,243 \times \text{Perímetro do antebraço}_{[\text{cm}]} - 4,287$ | 0,85 |
| VENTURINI <i>et al.</i><br>(2020)                  | Brasil (n=25<br>homens;<br>69,3±5,6) | $36,568 + 0,603 \times \text{Peso}_{[\text{kg}]} - 0,223 \times \text{Perímetro da cintura}_{[\text{cm}]} - 0,407 \times \text{Perímetro do Quadril}_{[\text{cm}]}$                                                                                                                                                                  | 0,87 |
| KAWAKAMI,<br>RYOKO <i>et al.</i><br>(2021)         | Japão<br>(n=1262;<br>>40 anos)       | $2,955 \times \text{Sexo}_{[\text{♂}=1; \text{♀}=2]} + 0,255 \times \text{Peso}_{[\text{kg}]} - 0,130 \times \text{Perímetro da cintura}_{[\text{cm}]} + 0,308 \times \text{Perímetro da panturrilha}_{[\text{cm}]} + 0,081 \times \text{Estatura}_{[\text{cm}]} - 11,897$                                                           | 0,94 |
| RATHNAYAKE;<br>LEKAMWASAM;<br>RATHNAYAKE<br>(2021) | Sri Lanka<br>(n=94, 65 a<br>86 anos) | $0,204 \times \text{Peso}_{[\text{kg}]} + 8,802 \times \text{Estatura}_{[\text{m}]} - 0,045 \times \text{Idade}_{[\text{anos}]} - 7,405$                                                                                                                                                                                             | 0,94 |

R<sup>2</sup>=coeficiente de determinação; ♂=homem; ♀=mulher; IMC=índice de massa corporal ( $\text{Peso}_{[\text{kg}]} / \text{Estatura}^2_{[\text{m}]}$ ); LOG=Logaritmo da soma das dobras do bíceps, tríceps, subescapular e supra ilíaca, todas em mm.

Os pontos de corte para identificar a redução da massa muscular com base na massa muscular apendicular estão dispostos na Tabela 2.

**Tabela 2:** Pontos de corte para identificar baixa Massa Muscular com base na Massa Muscular Apendicular

| Autor                           | Amostra                   | Variável                                                                             | Ponto de corte                                                       |
|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| STUDENSKI <i>et al.</i> (2014)* | EUA<br>(n=26.625)         | Massa muscular apendicular <sub>[kg]</sub>                                           | <20 kg (homens)<br><15 kg (mulheres)                                 |
| GOULD <i>et al.</i> (2014)*     | Austrália<br>(n=2.371)    | Massa muscular apendicular <sub>[kg]</sub> /<br>Estatura <sub>[m]</sub> <sup>2</sup> | <7.0 kg/m <sup>2</sup> (homens)<br><5.5 kg/m <sup>2</sup> (mulheres) |
| CASTRO <i>et al.</i> (2014)     | Brasil (n=33<br>mulheres) | Massa muscular apendicular <sub>[kg]</sub> /<br>Estatura <sub>[m]</sub> <sup>2</sup> | <6,8 kg/m <sup>2</sup> (mulheres)                                    |

| Autor                        | Amostra        | Variável                                                                          | Ponto de corte                                                         |
|------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| ABDALLA <i>et al.</i> (2020) | Brasil (n=125) | Massa muscular apendicular <sub>[kg]</sub>                                        | <19,6 kg (homens)<br><12,5 kg (mulheres)                               |
|                              |                | Massa muscular apendicular <sub>[kg]</sub> / Estatura <sub>[m]</sub> <sup>2</sup> | <6,56 kg/m <sup>2</sup> (homens)<br><4,67 kg/m <sup>2</sup> (mulheres) |
|                              |                | Massa muscular apendicular <sub>[kg]</sub> / Peso <sub>[kg]</sub>                 | <0,28 (homens)<br><0,22 (mulheres)                                     |
|                              |                | Massa muscular apendicular <sub>[kg]</sub> / IMC <sub>[kg/m<sup>2</sup>]</sub>    | <0,82 (homens)<br><0,58 (mulheres)                                     |

\*adotado como referência pelo consenso europeu de sarcopenia

IMC=índice de massa corporal ( $\text{Peso}_{\text{kg}} / \text{Estatura}_{\text{m}}^2$ ).

### 3.3.2 Perímetro da panturrilha

O perímetro da panturrilha, medida de maior perímetro no plano perpendicular à linha longitudinal da panturrilha (LOHMAN; ROCHE; MARTORELL, 1988), é aceita pelo consenso europeu como parâmetro relativo à massa muscular quando não se tem os recursos indicados para avaliar a mesma. O consenso indica o valor de <31 cm como ponto de corte porque este valor está relacionado com o desempenho físico e sobrevida dos idosos (LANDI *et al.*, 2014). Outros estudos também propuseram pontos de corte para indicar baixa massa muscular (Tabela 3).

**Tabela 3:** Pontos de corte para identificar baixa massa muscular com base no perímetro da panturrilha

| Autor                                     | Amostra                        | Ponto de Corte                       |
|-------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| BONNEFOY <i>et al.</i> (2002)             | França (n=911)                 | <30,5 cm (homens e mulheres)         |
| ROLLAND <i>et al.</i> (2003)              | França (n=1458 mulheres)       | <31 cm (mulheres)                    |
| KAWAKAMI <i>et al.</i> (2015)             | Japão (n=526; de 40 a 89 anos) | <34 cm (homens)<br><33 cm (mulheres) |
| BAHAT <i>et al.</i> (2016)                | Turquia (n=406)                | <33 cm (homens e mulheres)           |
| BARBOSA-SILVA; BIELEMANN; GONZALEZ (2016) | Brasil (n=189)                 | <34 cm (homens)<br><33 cm (mulheres) |
| KUSAKA <i>et al.</i> (2017)               | Japão (n=116 mulheres)         | <32.8 cm (mulheres)                  |



| Autor                        | Amostra                 | Ponto de Corte                             |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|
| SAMPAIO <i>et al.</i> (2017) | Brasil (n=316)          | <32 cm (homens e mulheres)                 |
| KIM <i>et al.</i> (2018)     | Coréia do Sul (n=657)   | <35 cm (homens)<br><33 cm (mulheres)       |
| PAGOTTO <i>et al.</i> (2018) | Brasil (n=132)          | <34 cm (homens)<br><33 cm (mulheres)       |
| ABDALLA <i>et al.</i> (2021) | Brasil (n=145 mulheres) | <1,10 cm/kg/m <sup>2</sup> *<br>(mulheres) |

\*Perímetro da panturrilha normalizado pelo Índice de Massa Corporal (IMC):

$$\text{IMC} = \frac{\text{Perímetro da Panturrilha [cm]}}{\text{kg/m}^2}$$

#### 4. CONCLUSÃO

A sarcopenia é uma doença que em poucos anos terá prevalência considerável na população idosa de países subdesenvolvidos. Neste capítulo foram apresentadas alternativas para identificar os parâmetros que indicam a sarcopenia derivadas da antropometria e testes funcionais confiáveis e válidos. São estratégias de simples aplicação na prática clínica dos profissionais da saúde. Medidas da força muscular (por dinamometria manual ou teste de sentar e levantar da cadeira) e da massa muscular (por algum modelo antropométrico ou perímetro da panturrilha) são parâmetros confiáveis para determinação da sarcopenia ou seu risco de ocorrência. Também foram apresentados os referenciais (pontos de corte) para identificar a baixa força e reduzida massa muscular. Assim, o profissional tem alternativas para monitorar a degeneração muscular e funcional de idosos, a partir de recursos simples, determinação de rotina na sua prática clínica que envolva a prevenção de sarcopenia e seus agravos de forma antecipada.

#### REFERÊNCIAS

ABDALLA, P. P.; SILVA, A. M.; VENTURINI, A. C. R.; SANTOS, A. P. D.; CARVALHO, A. D. S.; SIQUEIRA, V. A. A. A.; GOMIDE, E. B.; ALVES, N. M. D. C.; FERRIOLLI, E.; MACHADO, D. R. L. Cut-off points of appendicular lean soft tissue for identifying sarcopenia in older adults in Brazil: a cross-sectional study. **Nutrición Hospitalaria**, v. 37, n. 2, p. 306-312, 2020.

ABDALLA, P. P.; BOHN, L.; DA SILVA, L. S. L.; DOS SANTOS, A. P.; TASINAFO JUNIOR, M. F.; VENTURINI, A. C. R.; CARVALHO, A. D. S.; GOMEZ, D. M.; MOTA, J.; MACHADO, D. R. L. Identification of muscle weakness in older adults from normalized lower and upper limbs strength. *In press (accepted for publication) in BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 2021.

ABDALLA, P. P.; VENTURINI, A. C. R.; SANTOS, A. P. D.; TASINAFO, M.; MARINI, J. A. G.; ALVES, T. C.; DE SOUSA OLIVEIRA, A.; MOTA, J.; STRATTON, G.; MACHADO,

D. R. L. Normalizing calf circumference to identify low skeletal muscle mass in older women: a cross-sectional study. **Nutr Hosp**, v. 38, n. 4, p. 7, 2021.

ANKER, S. D.; MORLEY, J. E.; VON HAEHLING, S. Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia. **Journal of cachexia, sarcopenia and muscle**, v. 7, n. 5, p. 512-514, 2016.

BAHAT, G.; TUFAN, A.; TUFAN, F.; KILIC, C.; AKPINAR, T. S.; KOSE, M.; ERTEN, N.; KARAN, M. A.; CRUZ-JENTOFT, A. J. Cut-off points to identify sarcopenia according to European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) definition. **Clin Nutr**, v. 35, n. 6, p. 1557-1563, 2016.

BARBOSA-SILVA, T. G.; BIELEMANN, R. M.; GONZALEZ, M. C. Prevalence of sarcopenia among community-dwelling elderly of a medium-sized South American city: results of the COMO VAI? study. **J Cachexia Sarcopenia Muscle**, v. 7, n. 2, p. 136-143, 2016.

BAUMGARTNER, R. N.; KOEHLER, K. M.; GALLAGHER, D.; ROMERO, L.; HEYMSFIELD, S. B.; ROSS, R. R.; GARRY, P. J.; LINDEMAN, R. D. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. **American journal of epidemiology**, v. 147, n. 8, p. 755-763, 1998.

BHASIN, S.; TRAVISON, T. G.; MANINI, T. M.; PATEL, S.; PENCINA, K. M.; FIELDING, R. A.; MAGAZINER, J. M.; NEWMAN, A. B.; KIEL, D. P.; COOPER, C.; GURALNIK, J. M.; CAULEY, J. A.; ARAI, H.; CLARK, B. C.; LANDI, F.; SCHAAP, L. A.; PEREIRA, S. L.; ROOKS, D.; WOO, J.; WOODHOUSE, L. J.; BINDER, E.; BROWN, T.; SHARDELL, M.; XUE, Q. L.; D'AGOSTINO, R. B., SR.; ORWIG, D.; GORSICKI, G.; CORREA-DE-ARAUJO, R.; CAWTHON, P. M. Sarcopenia Definition: The Position Statements of the Sarcopenia Definition and Outcomes Consortium. **J Am Geriatr Soc**, v. n., p., 2020.

BONNEFOY, M.; JAUFFRET, M.; KOSTKA, T.; JUSOT, J. F. Usefulness of calf circumference measurement in assessing the nutritional state of hospitalized elderly people. **Gerontology**, v. 48, n. 3, p. 162-169, 2002.

CASTRO, E. A. D.; LIMA, L. M.; CERQUEIRA, M. S.; GOBBI, S.; DOIMO, L. A. Sarcopenia and cardiovascular risk in physically active adult and elderly women. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 20, n., p. 92-99, 2014.

CHIEN, K.-Y.; CHEN, C.-N.; CHEN, S.-C.; WANG, H.-H.; ZHOU, W.-S.; CHEN, L.-H. A community-based approach to lean body mass and appendicular skeletal muscle mass prediction using body circumferences in community-dwelling elderly in Taiwan: HEC Press, 2020, v.29. 94–100 p.

COMPSTON, J. E.; FLAIVE, J.; HOSMER, D. W.; WATTS, N. B.; SIRIS, E. S.; SILVERMAN, S.; SAAG, K. G.; ROUX, C.; ROSSINI, M.; PFEILSCHIFTER, J. Relationship of weight, height, and body mass index with fracture risk at different sites in postmenopausal women: the global longitudinal study of osteoporosis in women (GLOW). **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 29, n. 2, p. 487-493, 2014.

CRUZ-JENTOFT, A. J.; BAHAT, G.; BAUER, J.; BOIRIE, Y.; BRUYÈRE, O.; CEDERHOLM, T.; COOPER, C.; LANDI, F.; ROLLAND, Y.; SAYER, A. A.; SCHNEIDER, S. M.; SIEBER, C. C.; TOPINKOVA, E.; VANDEWOUDE, M.; VISSER, M.; ZAMBONI, M.; WRITING GROUP FOR THE EUROPEAN WORKING GROUP ON SARCOPENIA IN OLDER PEOPLE 2 ; EWGSOP2, T. E. G. F. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age and ageing**, v. 48, n. 1, p. 16-31, 2018.

DIZ, J. B. M.; LEOPOLDINO, A. A. O.; MOREIRA, B. D. S.; HENSCHKE, N.; DIAS, R. C.; PEREIRA, L. S. M.; OLIVEIRA, V. C. Prevalence of sarcopenia in older Brazilians: A systematic review and meta-analysis. **Geriatr Gerontol Int**, v. 17, n. 1, p. 5-16, 2017.

DODDS, R. M.; SYDDALL, H. E.; COOPER, R.; BENZEVAL, M.; DEARY, I. J.; DENNISON, E. M.; DER, G.; GALE, C. R.; INSKIP, H. M.; JAGGER, C.; KIRKWOOD, T. B.; LAWLOR, D. A.; ROBINSON, S. M.; STARR, J. M.; STEPTOE, A.; TILLING, K.; KUH, D.; COOPER, C.; SAYER, A. A. Grip strength across the life course: normative data from twelve British studies. **PLoS One**, v. 9, n. 12, p. e113637, 2014.

DOS SANTOS, A. P.; NAVARRO, A. M.; SCHWINGEL, A.; ALVES, T. C.; ABDALLA, P. P.; VENTURINI, A. C. R.; DE SANTANA, R. C.; MACHADO, D. R. L. Lipodystrophy diagnosis in people living with HIV/AIDS: prediction and validation of sex-specific anthropometric models. **BMC Public Health**, v. 18, n. 1, p. 806, 2018.

FIATARONE, M. A.; MARKS, E. C.; RYAN, N. D.; MEREDITH, C. N.; LIPSITZ, L. A.; EVANS, W. J. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. **Journal of the American Medical Association**, v. 263, n. 22, p. 3029-3034, 1990.

GOMES, I. C.; GOBBO, L. A.; SILVA, A. M.; FREITAS JUNIOR, I. F.; DUARTE, Y. A.; MARUCCI, M. F.; DOS SANTOS, V. R.; LEBRAO, M. L. Appendicular Lean Soft Tissue: Development and Cross-Validation of Predictive Models for Older Men and Women. **J Frailty Aging**, v. 2, n. 2, p. 62-67, 2013.

GOULD, H.; BRENNAN, S. L.; KOTOWICZ, M. A.; NICHOLSON, G. C.; PASCO, J. A. Total and appendicular lean mass reference ranges for Australian men and women: the Geelong osteoporosis study. **Calcif Tissue Int**, v. 94, n. 4, p. 363-372, 2014.

HEYMSFIELD, S. B.; SMITH, R.; AULET, M.; BENSEN, B.; LICHTMAN, S.; WANG, J.; PIERSON, R. N. Appendicular skeletal muscle mass: measurement by dual-photon absorptiometry. **The American journal of clinical nutrition**, v. 52, n. 2, p. 214-218, 1990.

HIGO, M.; KHAN, H. T. Global population aging: Unequal distribution of risks in later life between developed and developing countries. **Global Social Policy**, v. 15, n. 2, p. 146-166, 2015.

KAWAKAMI, R.; MURAKAMI, H.; SANADA, K.; TANAKA, N.; SAWADA, S. S.; TABATA, I.; HIGUCHI, M.; MIYACHI, M. Calf circumference as a surrogate marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia in Japanese men and women. **Geriatr Gerontol Int**, v. 15, n. 8, p. 969-976, 2015.

KAWAKAMI, R.; MIYACHI, M.; TANISAWA, K.; ITO, T.; USUI, C.; MIDORIKAWA, T.; TORII, S.; ISHII, K.; SUZUKI, K.; SAKAMOTO, S.; HIGUCHI, M.; MURAOKA, I.; OKA, K. Development and validation of a simple anthropometric equation to predict appendicular skeletal muscle mass. **Clinical Nutrition**, v. 40, n. 11, p. 5523-5530, 2021.

KIM, S.; KIM, M.; LEE, Y.; KIM, B.; YOON, T. Y.; WON, C. W. Calf Circumference as a Simple Screening Marker for Diagnosing Sarcopenia in Older Korean Adults: the Korean Frailty and Aging Cohort Study (KFACS). **Journal of Korean medical science**, v. 33, n. 20, p. e151-e151, 2018.

KULKARNI, B.; KUPER, H.; TAYLOR, A.; WELLS, J. C.; RADHAKRISHNA, K. V.; KINRA, S.; BEN-SHLOMO, Y.; SMITH, G. D.; EBRAHIM, S.; BYRNE, N. M.; HILLS, A. P. Development and validation of anthropometric prediction equations for estimation of lean body mass and appendicular lean soft tissue in Indian men and women. **J Appl Physiol (1985)**, v. 115, n. 8, p. 1156-1162, 2013.

KUSAKA, S.; TAKAHASHI, T.; HIYAMA, Y.; KUSUMOTO, Y.; TSUCHIYA, J.; UMEDA, M. Large calf circumference indicates non-sarcopenia despite body mass. **Journal of physical therapy science**, v. 29, n. 11, p. 1925-1928, 2017.

LANDI, F.; ONDER, G.; RUSSO, A.; LIPEROTI, R.; TOSATO, M.; MARTONE, A. M.; CAPOLUONGO, E.; BERNABEI, R. Calf circumference, frailty and physical performance among older adults living in the community. **Clin Nutr**, v. 33, n. 3, p. 539-544, 2014.

LAURETANI, F.; RUSSO, C. R.; BANDINELLI, S.; BARTALI, B.; CAVAZZINI, C.; DI IORIO, A.; CORSI, A. M.; RANTANEN, T.; GURALNIK, J. M.; FERRUCCI, L. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 5, p. 1851-1860, 2003.

LERA, L.; ALBALA, C.; ÁNGEL, B.; SÁNCHEZ, H.; PICRIN, Y.; HORMAZABAL, M. J.; QUIERO, A. Predicción de la masa muscular apendicular esquelética basado en mediciones antropométricas en Adultos Mayores Chilenos. **Nutrición Hospitalaria**, v. 29, n. 3, p. 611-617, 2014.

LOHMAN, T.; ROCHE, A.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics, 1988

MANINI, T. M.; PATEL, S. M.; NEWMAN, A. B.; TRAVISON, T. G.; KIEL, D. P.; SHARDELL, M. D.; PENCINA, K. M.; WILSON, K. E.; KELLY, T. L.; MASSARO, J. M.; FIELDING, R. A.; MAGAZINER, J.; CORREA-DE-ARAUJO, R.; KWOK, T. C. Y.; HIRANI, V.; KARLSSON, M. K.; D'AGOSTINO, R. B.; MELLSTRÖM, D.; OHLSSON, C.; RIBOM, E.; JORDAN, J. M.; BHASIN, S.; CAWTHON, P. M. Identification of Sarcopenia Components That Discriminate Slow Walking Speed: A Pooled Data Analysis. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 68, n. 7, p. 1419-1428, 2020.

MARÍN, L. A. **Obras completas de William Shakespeare**. Madrid: Aguilar, 1929. 2197 p.

PAGOTTO, V.; SANTOS, K. F. D.; MALAQUIAS, S. G.; BACHION, M. M.; SILVEIRA, E. A. Calf circumference: clinical validation for evaluation of muscle mass in the elderly. **Rev Bras Enferm**, v. 71, n. 2, p. 322-328, 2018.

PEREIRA, P. M.; DA SILVA, G. A.; SANTOS, G. M.; PETROSKI, E. L.; GERALDES, A. A. Development and validation of anthropometric equations to estimate appendicular muscle mass in elderly women. **Nutr J**, v. 12, n., p. 92, 2013.

QUITERIO, A. L.; CARNERO, E. A.; SILVA, A. M.; BRIGHT, B. C.; SARDINHA, L. B. Anthropometric models to predict appendicular lean soft tissue in adolescent athletes. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 4, p. 828-836, 2009.

RAMIREZ, E.; ENRIQUEZ-REYNA, M. C.; GARZA-SEPULVEDA, G.; TIJERINA-SAENZ, A.; RAMOS-PENA, E.; GOMEZ DE LA GARZA, M. Puntos de corte y validación de una ecuación antropométrica para estimar la masa muscular, en el estudio de la sarcopenia en población mexicana. **Salud Publica Mex**, v. 57, n. 6, p. 485-486, 2015.

RATHNAYAKE, N.; LEKAMWASAM, S.; RATHNAYAKE, H. Prediction of appendicular skeletal muscle mass of older women using anthropometry-based equations. **Ceylon Medical Journal**, v. 66, n. 1, p., 2021.

ROGERS, M. A.; EVANS, W. J. Changes in skeletal muscle with aging: effects of exercise training. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 21, n. 1, p. 65-102, 1993.

ROLLAND, Y.; LAUWERS-CANCES, V.; COURNOT, M.; NOURHASHÉMI, F.; REYNISH, W.; RIVIÈRE, D.; VELLAS, B.; GRANDJEAN, H. Sarcopenia, Calf Circumference, and Physical Function of Elderly Women: A Cross-Sectional Study. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 51, n. 8, p. 1120-1124, 2003.

ROSTAMZADEH, S.; SAREMI, M.; TABATABAEI, S. Normative hand grip strength and prediction models for Iranian office employees. **Work**, v. 62, n., p. 233-241, 2019.

SAMPAIO, L. S.; CARNEIRO, J. A. O.; COQUEIRO, R. D. S.; FERNANDES, M. H. Indicadores antropométricos como preditores na determinação da fragilidade em idosos. **Cien Saude Colet**, v. 22, n., p. 4115-4124, 2017.

SAMPAIO, R. A. C.; SAMPAIO, P. Y. S.; CASTANO, L. A. A.; BARBIERI, J. F.; COELHO, H. J. J.; ARAI, H.; UCHIDA, M. C.; GUTIERREZ, G. L. Cutoff values for appendicular skeletal muscle mass and strength in relation to fear of falling among Brazilian older adults: cross-sectional study. **Sao Paulo Medical Journal**, v. 135, n. 5, p. 434-443, 2017.

SANTOS, L. P.; GONZALEZ, M. C. New Prediction Equations to Estimate Appendicular Skeletal Muscle Mass Using Calf Circumference: Results From NHANES 1999-2006. v. 43, n. 8, p. 998-1007, 2019.

SHAFIEE, G.; KESHTKAR, A.; SOLTANI, A.; AHADI, Z.; LARIJANI, B.; HESHMAT, R. Prevalence of sarcopenia in the world: a systematic review and meta- analysis of general population studies. **J Diabetes Metab Disord**, v. 16, n., p. 21, 2017.

SILVA, A. M.; SHEN, W.; HEO, M.; GALLAGHER, D.; WANG, Z.; SARDINHA, L. B.; HEYMSFIELD, S. B. Ethnicity-related skeletal muscle differences across the lifespan. **American Journal of Human Biology**, v. 22, n. 1, p. 76-82, 2010.

STUDENSKI, S. A.; PETERS, K. W.; ALLEY, D. E.; CAWTHON, P. M.; MCLEAN, R. R.; HARRIS, T. B.; FERRUCCI, L.; GURALNIK, J. M.; FRAGALA, M. S.; KENNY, A. M.; KIEL, D. P.; KRITCHEVSKY, S. B.; SHARDELL, M. D.; DAM, T. T.; VASSILEVA, M. T. The FNIH sarcopenia project: rationale, study description, conference recommendations, and final estimates. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 69, n. 5, p. 547-558, 2014.

TANKO, L. B.; MOVSESYAN, L.; MOURITZEN, U.; CHRISTIANSEN, C.; SVENDSEN, O. L. Appendicular lean tissue mass and the prevalence of sarcopenia among healthy women. **Metabolism**, v. 51, n. 1, p. 69-74, 2002.

VENTURINI, A. C. R.; ABDALLA, P. P.; SANTOS, A. P. D.; ALVES, T. C.; CARVALHO, A. D. S.; MOTA, J. A. P. S.; MARINI, J. A. G.; BORGES, F. G.; MACHADO, D. R. L. Population specificity affects prediction of appendicular lean tissues for diagnosed sarcopenia: a cross-sectional study. **Nutrición Hospitalaria**, v. 37, n., p. 776-785, 2020.

VISVANATHAN, R.; YU, S.; FIELD, J.; CHAPMAN, I.; ADAMS, R.; WITTERT, G.; VISVANATHAN, T. Appendicular Skeletal Muscle Mass: Development and Validation of Anthropometric Prediction Equations. **J Frailty Aging**, v. 1, n. 4, p. 147-151, 2012.

VON HAEHLING, S.; MORLEY, J. E.; ANKER, S. D. An overview of sarcopenia: facts and numbers on prevalence and clinical impact. **Journal of cachexia, sarcopenia and muscle**, v. 1, n. 2, p. 129-133, 2010.

WANG, Y. C.; BOHANNON, R. W.; LI, X.; SINDHU, B.; KAPELUSCH, J. Hand-Grip Strength: Normative Reference Values and Equations for Individuals 18 to 85 Years of Age Residing in the United States. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 48, n. 9, p. 685-693, 2018.

WANG, Z.-M.; PIERSON, R.; HEYMSFIELD, S. B. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. **Am J Clin Nutr**, v. 56, n. 1, p. 19-28, 1992.

WU, I.; LIN, C. C.; HSIUNG, C. A.; WANG, C. Y.; WU, C. H.; CHAN, D. C. D.; LI, T. C.; LIN, W. Y.; HUANG, K. C.; CHEN, C. Y. Epidemiology of sarcopenia among community-dwelling older adults in Taiwan: A pooled analysis for a broader adoption of sarcopenia assessments. **Geriatrics & gerontology international**, v. 14, n. S1, p. 52-60, 2014.

## IDENTIFICATION OF SARCOPENIA THROUGH ANTHROPOMETRY AND SIMPLE FUNCTIONAL TESTS

**ABSTRACT** - Sarcopenia is a disease characterized by reduced muscle strength and muscle mass. The prevalence of this condition has an increasing trend among the older adult population, with a higher incidence in underdeveloped countries. The instruments recommended by international consensuses and consortia to measure sarcopenia, are costly and are not widely available in clinical practice. The aim of this chapter is to present viable alternatives to identify sarcopenia in the daily activity of health professionals. The method involved a narrative review of the literature. We identified predictive anthropometric models of handgrip strength and appendicular muscle mass, measurements derived from the hand dynamometer and Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA), respectively. These instruments are internationally recommended, as the most indicated in the literature, to identify sarcopenia. In addition to these measures, the European consensus on sarcopenia also recommends the chair stand test (muscle strength) and calf circumference (muscle mass estimate) as possible alternatives. We present charts and tables with the referential parameters (cut-off points) of each of these measures to identify low muscle strength and muscle mass. In conclusion, there are methods that make use of anthropometric measurements and simple tests, with specific references in the identification of low muscle strength and muscle mass. Health professionals can monitor the health of older adults with simple and routine resources from their clinical practice. As a result, the chances of success in preventive intervention strategies for sarcopenia in the elderly or its worsening increase.

**KEYWORDS:** Anthropometry; Dynapenia; Frailty; Myopenia.

# UMA NOVA ABORDAGEM NA DETERMINAÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO DE REPOUSO

**Ana Claudia Rossini Venturini**

Universidade de São Paulo, Ribeirão  
Preto – São Paulo

[lattes.cnpq.br/6610144425250589](https://lattes.cnpq.br/6610144425250589)

**Leonardo Santos Lopes da Silva**

Universidade de São Paulo, Ribeirão  
Preto – São Paulo

**Pedro Pugliesi Abdalla**

Universidade de São Paulo, Ribeirão  
Preto – São Paulo

**André Pereira dos Santos**

Universidade de São Paulo, Ribeirão  
Preto – São Paulo

**Dalmo Roberto Lopes Machado**

Universidade de São Paulo, Ribeirão  
Preto – São Paulo

**RESUMO** - O gasto energético de repouso (GER) é um parâmetro biológico fundamental para os seres vivos associado às demandas energéticas totais, idade, longevidade e desenvolvimento humano. O interesse por compreender o GER e a produção de calor acontece desde o início da civilização, tendo como

principais justificativas, o controle do peso e doenças associadas, manifestas nos distúrbios no balanço energético. Portanto, neste capítulo é apresentada uma reflexão sobre novas abordagens metodológica para medir e estimar o GER, observada a especificidade dos compartimentos corporais e diferenças interpessoais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gasto energético; Composição corporal; Calorimetria indireta.

## 1. INTRODUÇÃO

O gasto energético de repouso (GER) é um parâmetro biológico fundamental para os seres vivos com importantes relações entre necessidades energéticas totais, idade, longevidade e desenvolvimento. Nos humanos é influenciada por sexo, etnia, idade, composição corporal (CC), estado hormonal, dentre outros fatores como temperatura ambiente e febre (GALLAGHER; ELIA, 2005). Diante disso, a importância da adequada seleção do método para medição do GER depende de vários fatores, propósito, precisão desejada, público-alvo e recursos metodológicos disponíveis. Existem inúmeros métodos para medir e



estimar o GER, dentre aqueles realizados em laboratório: calorimetria direta, calorimetria indireta, água duplamente marcada e acelerômetros. Os que são realizados em estudos epidemiológicos: diários e questionários, observação comportamental. E, os que são utilizados na prática clínica, como por exemplo: registro recordatório, equações preditivas, entrevistas/questionários, monitoramento mecânico ou eletrônico, sensores de movimentos, espirometria, acelerômetro, pedômetro dentre outros. Embora existam diferenças individuais importantes que estão relacionadas aos mecanismos de ingestão e de demanda energética, o equilíbrio entre ingesta e demanda energética é fator determinante para as alterações corporais.

Nesse sentido, o equilíbrio energético acontece quando a entrada e o gasto de energia são iguais. Essa compensação de energia é importante para a manutenção da homeostase metabólica, pois, quando acontece um desequilíbrio, podem ocorrer importantes alterações na CC ocasionando riscos metabólicos associados a doenças. O gasto de energia diário varia ao longo do tempo e é composto, principalmente, pelos seguintes fatores: GER ou a taxa metabólica de repouso (TMR), efeito térmico dos alimentos (ETA), gasto de energia em atividades físicas ou exercício (USUI, CHIYOKO *et al.*, 2011) e termorregulação (SAREEN S. GROPPER, 2011).

A Taxa metabólica basal (TMB) expressa o gasto de energia para suprir as necessidades metabólicas básicas, ou seja, a energia necessária para manutenção dos processos vitais. As medições acontecem logo após a pessoa acordar, em um estado pós-absortivo, ou seja, sem consumir alimentos por pelo menos 12 horas. A TMB é transformada em unidades de kcal/24 horas e também é denominada de gasto energético basal (SAREEN S. GROPPER, 2011) representando aproximadamente cerca de 50% a 70% do gasto energético total (GET) (RAVUSSIN; BOGARDUS, 1992).

Contrastando com a TMB, a TMR é avaliada quando a pessoa está em repouso em um ambiente confortável e estável a partir de 2 a 4 horas, e em jejum (GROPPER; SMITH; GROFF, 2011). A TMR é um pouco maior do que a TMB (varia de 3 a 10%), pois apresenta condições de avaliações mais limitadas. Assim, a TMR pode variar de 60% a 80% do GET. Quando convertido em unidades de kcal/24 horas, é chamado de GER, componente importante para a estimativa de GET (USUI, CHIYOKO *et al.*, 2011), especialmente quando se trata de pessoas sedentárias (ALFONZO-GONZALEZ *et al.*, 2004). O ETA refere-se ao aumento do gasto energético produzido após o consumo do alimento, e corresponde à energia necessária para a digestão, absorção, transporte, metabolismo e armazenamento dos macronutrientes (BLASCO REDONDO, 2015). Representa de 5 a 15% do GET. O gasto referente à atividade física se trata da energia gasta em exercícios físicos e atividades físicas voluntárias ou involuntárias (BLASCO REDONDO, 2015).

Nesse sentido, o equilíbrio energético é uma área de importância no contexto do metabolismo e nutrição (GROPPER; SMITH; GROFF, 2011). Na área da educação física e esporte, o uso de métodos mais acurados para

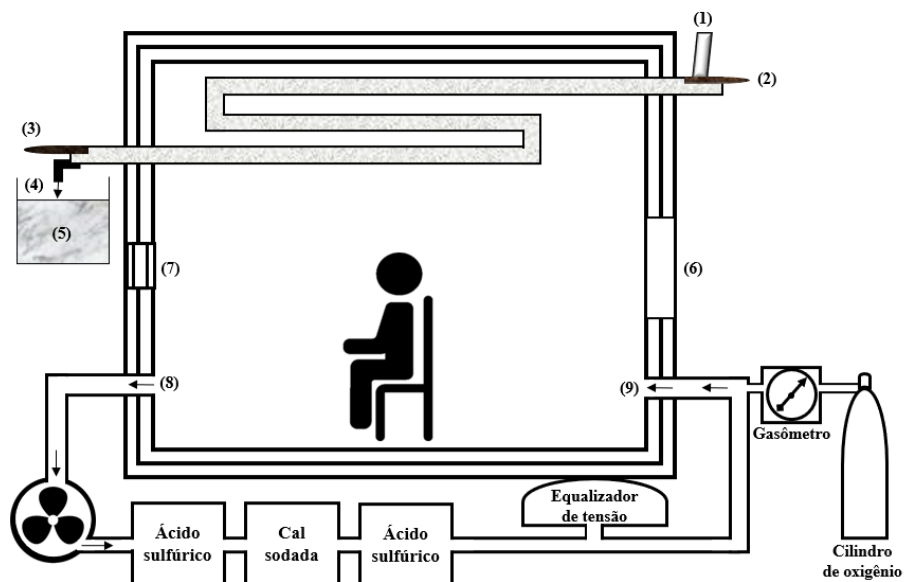
determinação do GER se justifica, uma vez que favorece intervenções clínicas ou de readaptação corporal mais precisa por diferentes profissionais da saúde (médicos, nutricionistas, educadores físicos, dentre outros) (MULLER *et al.*, 2009). Além do mais, sabe-se que a relação entre a produção de calor e a massa corporal (MC) é essencial quando as taxas de fluxo térmico ou energético são comparadas entre indivíduos de diferentes tamanhos, ou mais especificamente, na estimativa de produção de calor (GALLAGHER *et al.*, 1998). Assim, o aumento da Massa isenta de tecido adiposo (MITA) está associado a uma maior proporção de órgãos e tecidos de baixa taxa metabólica e menor proporção de órgãos com alta taxa metabólica (HEYMSFIELD *et al.*, 2002). Desse modo, o impacto dessa distinção interpessoal pode ser decisivo para ações de intervenção com fins de modulação morfológica corporal, uma vez que a taxa de produção de energia por unidade de tecido metabolicamente ativo não é constante, mas varia sistematicamente em função do tamanho e tipo de tecido corporal analisado. As diferenças interpessoais são ainda mais relevantes quando considerado o GER em relação à produção de calor da “massa do tecido ativo”, um conceito identificado no início do século passado (RUBNER, 1902).

### *Calorimetria direta e indireta*

Todo organismo vivo está constantemente trocando calor com o ambiente e para medir esse calor liberado é preciso um sistema sofisticado, o calorímetro. Dessa maneira, a calorimetria, como essa técnica é denominada, auxilia na compreensão e função do sistema de liberação de calor do corpo humano dentro do seu ambiente. A síntese de macronutrientes e outros processos fisiológicos mantêm todas as funções corporais, incluindo o transporte ativo de gradientes químicos e elétricos através das membranas celulares. Para isso é necessário o gasto constante da molécula de adenosina trifosfato (ATP) que armazena energia proveniente da respiração celular através da ingestão de alimentos e do oxigênio (KENNY; NOTLEY; GAGNON, 2017).

No final do século XVIII, o químico francês Antoine Lavoisier (1743-1794) e Pierre Simone Laplace (1749-1827), físico, matemático e astrônomo francês desenvolveram o primeiro calorímetro animal, denominado como calorímetro de gelo (LAVOISIER; LAPLACE, 1780). O primeiro experimento durou um dia e avaliou a produção de calor de um animal vivo no inverno (LODWING, 1974). Posteriormente, o primeiro calorímetro que avaliou o metabolismo energético humano ficou conhecido como Atwater-Rosa durante o século XIX (HEYMSFIELD; BOURGEOIS; THOMAS, 2017) (Figura 1). Atualmente, os tipos de calorímetros mais conhecidos são: a calorimetria direta e a calorimetria indireta (HEYMSFIELD; BOURGEOIS; THOMAS, 2017).

**Figura 1:** Calorímetro Atwater-Rosa desenvolvido no século XIX.



Nota: os números 1–5 representam a porção de calorimetria direta da câmara.

A água flui pelo sistema de 1 a 4, sendo coletada em um reservatório (nº 5).

Os termômetros foram colocados em 2 e 3 para determinar as mudanças na temperatura da água entre a entrada e a saída. O sujeito entra/sai da câmara pelo nº 6 (porta), enquanto o nº 7 representa uma janela de vidro. O respirômetro de circuito fechado é representado pelo nº 8 e 9. O ar na câmara é coletado por meio do nº 8, entrando no sistema e passando por reposição de oxigênio antes de retornar à câmara por meio do nº 9.

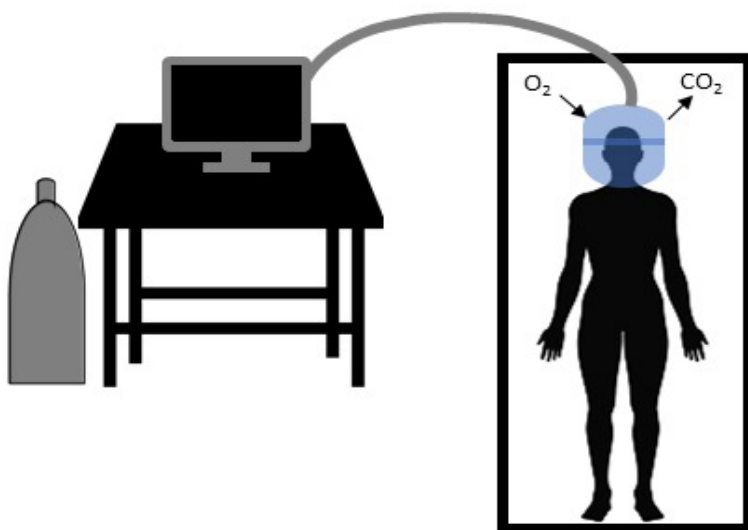
Fonte: Adaptado de Bell et al (1965)

Através do processo de respiração celular uma quantidade de energia é perdida em forma inutilizável e é liberada como calor. A produção de calor em um indivíduo é diretamente proporcional ao gasto de energia. Assim, o gasto de energia e a energia térmica produzida pelo corpo podem ser quantificados com precisão medindo a liberação de calor através da calorimetria direta (KENNY; NOTLEY; GAGNON, 2017). O gasto de energia também pode ser estimado medindo o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) e a produção de gás carbônico ( $VCO_2$ ) durante o ciclo respiratório utilizando a calorimetria indireta (KENNY; NOTLEY; GAGNON, 2017) (Figura 2). Como a maioria das reações de liberação de energia no corpo depende do oxigênio e devido à relação direta entre o oxigênio consumido e a quantidade de calor produzido no corpo, medir esse consumo estima indiretamente o gasto de energia (KENNY; NOTLEY; GAGNON, 2017). A partir desses valores, é possível determinar o GER, que corresponde à energia gasta para sustentar

as funções normais do corpo e a homeostase em repouso.

Nesse sentido, por questões práticas, a calorimetria indireta tornou-se o método de referência para medir o GER de corpo total. Sendo o método mais utilizado (MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2012) e acurado para estimar o GER (BENEDETTI *et al.*, 2011). Diversos estudos empregam-no para comparação e validação de outros métodos e proposição de equações preditivas (ISMAIL *et al.*, 1998). A calorimetria indireta proporcionou grandes avanços no entendimento sobre as questões de gasto de energia, nutrição, exercício físico, doenças, dentre outras áreas (KENNY; NOTLEY; GAGNON, 2017). Dessa maneira, a CI, como método de referência, é recomendada na investigação do metabolismo energético (MATARESE, 1997), particularmente na estimativa do GER. No entanto, ela fornece apenas o GER de corpo total, não considerando o gasto específico para cada componente do corpo humano.

**Figura 2:** Esquema ilustrativo da Calorimetria indireta



Nota: O<sub>2</sub>: oxigênio; CO<sub>2</sub>: dióxido de carbono.

### *Gasto energético de repouso a partir de equações preditivas*

Outras opções amplamente utilizadas em campo envolvem as equações preditivas de GER. Dentre as propostas de maior popularidade, as equações de HARRIS; BENEDICT (1918), FAO (*Food and Agriculture Organization*) e SCHOFIELD (1985). Normalmente, essas equações são desenvolvidas a partir de análises de regressão, que incluem peso, estatura, sexo e idade como variáveis independentes relacionadas ao GER (Tabela 1).

**Tabela 1:** Equações preditivas para o gasto energético de repouso propostas por Harris e Benedict (1919), Schofield (1985) e FAO/WHO/UNU (1985).

| Faixa etária                        |         | GER (kcal/dia)                                    | r <sup>2</sup> |
|-------------------------------------|---------|---------------------------------------------------|----------------|
| Harris e Benedict (1919) (kcal/dia) |         |                                                   |                |
| Feminino                            | 15 a 74 | 655,0955 + 9,5634 x MC + 1,8496 x E – 4,6756 x ID | 0,533          |
| Masculino                           |         | 66,4730 + 13,7516 x MC + 5,0033 x E - 6,7550 x ID | 0,753          |
| Schofield 1985 (MJ/dia)             |         |                                                   |                |
| Feminino                            | < 3     | 0,244 x MC - 0,130                                | 0,921          |
|                                     | 3 a 10  | 0,085 x MC + 2,033                                | 0,656          |
|                                     | 10 a 18 | 0,056 x MC + 2,898                                | 0,640          |
|                                     | 18 a 30 | 0,062 x MC + 2,036                                | 0,532          |
|                                     | 30 a 60 | 0,034 x MC + 3,538                                | 0,462          |
|                                     | ≥ 60    | 0,038 x MC + 2,755                                | 0,462          |
| Masculino                           | < 3     | 0,249 x MC - 0,127                                | 0,902          |
|                                     | 3 a 10  | 0,095 x MC + 2,110                                | 0,688          |
|                                     | 10 a 18 | 0,074 x MC + 2,754                                | 0,864          |
|                                     | 18 a 30 | 0,063 x MC + 2,896                                | 0,422          |
|                                     | 30 a 60 | 0,048 x MC + 3,653                                | 0,360          |
|                                     | ≥ 60    | 0,049 x MC + 2,459                                | 0,500          |
| FAO/WHO/UNU (MJ/dia)                |         |                                                   |                |
| Feminino                            | < 3     | 0,255 x MC - 0,214                                | 0,940          |
|                                     | 3 a 10  | 0,0941 x MC + 2,09                                | 0,722          |
|                                     | 10 a 18 | 0,0510 x MC + 3,12                                | 0,562          |
|                                     | 18 a 30 | 0,0615 x MC + 2,08                                | 0,518          |
|                                     | 30 a 60 | 0,0364 x MC + 3,47                                | 0,490          |
|                                     | ≥ 60    | 0,0439 x MC + 2,49                                | 0,547          |
| Masculino                           | < 3     | 0,25 x MC - 0,226                                 | 0,940          |
|                                     | 3 a 10  | 0,0949 x MC + 2,07                                | 0,739          |
|                                     | 10 a 18 | 0,0732 x MC + 2,72                                | 0,810          |
|                                     | 18 a 30 | 0,0640 x MC + 2,84                                | 0,422          |
|                                     | 30 a 60 | 0,0485 x MC + 3,67                                | 0,360          |
|                                     | ≥ 60    | 0,0565 x MC + 2,04                                | 0,624          |

Kcal = Quilocaloria; Mj = Megajoules; MC = massa corporal (kg); E = estatura (cm); ID = Idade.

A primeira equação proposta para estimar o GER foi obtida através da calorimetria indireta (HARRIS; BENEDICT, 1918) e consideraram a MC, estatura e idade como variáveis independentes. Atualmente essas equações ainda são utilizadas, no entanto, vários estudos questionam a precisão delas para estimar o GER (FRANKENFIELD; ROTH-YOUSEY; COMPTON, 2005). Posteriormente, SCHOFIELD (1985) propôs equações de predição para uso internacional e recomendadas pela FAO/OMS. As equações foram propostas para faixas etárias e utilizaram apenas a MC como variável independente. Em seguida, uma pequena modificação nesse banco de dados foi realizada, ampliando-o para 11.000 sujeitos e gerando novas equações (FAO/WHO/UNU, 1985) (Tabela 1). Assim, o GER estimado considerando a MC é uma prática muito comum, visto que facilita a comparação dos valores entre indivíduos com diferentes dimensões corporais.

No entanto, essa estimativa não considera as diferenças interindividuais decorrentes da constituição da CC (CENSI *et al.*, 1998). Como a MC engloba órgãos e tecidos com diferentes atividades metabólicas é importante considerar essas diferenças, pois o GER depende não apenas da quantidade, mas também da atividade metabólica do órgão e tecido. Nesse sentido, uma análise detalhada da CC permite avaliar precisamente e detalhadamente o impacto dos componentes corporais. Desse modo, existem propostas de modelos específicos de gênero para estimar o GER de cada componente (VENTURINI *et al.*, 2021). Os modelos adaptados têm implicações importantes para a avaliação e interpretação do metabolismo energético, considerando as diferenças interindividuais em termos de gasto de energia. Além disso, demonstram vantagens para a prática clínica, pois refletem com maior precisão a magnitude da atividade metabólica em diferentes componentes corporais (VENTURINI *et al.*, 2021)

### *Gasto energético de repouso de cada componente corporal*

O estudo da CC tem como base o estudo dos diferentes componentes corporais do corpo humano. Compreende-se a sua quantificação, análise de suas interações e as alterações que os componentes corporais sofrem em decorrência de determinados fatores, como o exercício, nutrição, crescimento, envelhecimento e doenças. Nesse sentido, o conceito de Composição Corporal Funcional (CCF) possibilita um melhor entendimento do estado nutricional, metabolismo e doenças (MÜLLER; BOSY-WESTPHAL; HELLER, 2009). Dessa forma, a CCF aborda interações quantitativas e biológicas dos compartimentos com equilíbrio energético, características metabólicas, marcadores de desempenho esportivo, dentre outros marcadores fisiológicas (SARDINHA, 2012).

Os avanços metodológicos têm permitido uma análise da CC de forma mais precisa e detalhada, proporcionando compreensão aprofundada das funções metabólicas (MÜLLER; BOSY-WESTPHAL; HELLER, 2009) para cada componente tecidual (ósseo, muscular, gorduroso, visceral e

cerebral). Desse modo, a variabilidade do GER dos componentes corporais e as mudanças de condições fisiopatológicas estão dentre os temas de investigação mais relevantes. Posto isto, o estudo das relações entre os componentes corporais e suas respectivas funções tornam-se aplicáveis (MULLER *et al.*, 2009), uma vez que cada componente apresenta gastos distintos, com valores específicos, e os modelos generalizados usados para estimar GER não consideram o metabolismo individual de órgãos e tecidos (JEQUIER; ACHESON; SCHUTZ, 1987).

Recentes avanços tecnológicos de métodos de imagem, como a ressonância magnética (RM), tomografia computadorizada (TC) e DXA, permitem a quantificação dos tecidos *in vivo*, tornando possíveis estudos transversais e longitudinais para avaliar a CC (GALLAGHER; ELIA, 2005) e o GER de cada componente (GALLAGHER, DYMPNA *et al.*, 1998; BOSY-WESTPHAL *et al.*, 2004). Dessa forma, com base nas densidades específicas dos órgãos e tecidos (tecido adiposo - 0,916/cm<sup>3</sup>; cérebro - 1,030-1,041 g/cm<sup>3</sup>; tecido músculo esquelético - 1,038-1,056 g/cm<sup>3</sup>; órgãos viscerais - 1,050-1,060 g/cm<sup>3</sup>; ossos - 1,990 g/cm<sup>3</sup> e densidade corporal total para homens - 1,070 e mulheres 1,040 g/cm<sup>3</sup>), torna-se possível calcular a massa de órgãos e tecidos a partir dos volumes (MULLER *et al.*, 2002; GALLAGHER; ELIA, 2005), uma vez que as densidades são assumidas como constantes, ou seja, não haveria nenhuma variação interindividual nas densidades de órgãos e tecidos.

Desse modo, o GER de corpo total pode ser calculado através da soma dos órgãos e tecidos combinados com a taxa metabólica específica através da equação 1 (GALLAGHER *et al.*, 1998):

$$\text{GER}_1 = \text{TMEO}_1 \times \text{MO}_1 \quad (\text{eq. 1})$$

Onde TMEO corresponde à taxa metabólica específica do órgão (em kcal/kg/dia) para cada componente e MO representa a massa de órgão (em kg). O GER de corpo total é calculado a partir da somatória do GER dos dez órgãos e tecidos (Tabela 2).

Como apresentado na Tabela 2, os órgãos podem ser classificados em órgãos com baixa e alta taxa metabólica (MÜLLER *et al.*, 2013). A taxa metabólica específica dos órgãos e tecidos pode ser avaliada *in vivo* através da medição das diferenças arteriovenosas na concentração de oxigênio, juntamente com medidas simultâneas do fluxo sanguíneo (LINDE *et al.*, 1989; ELIA, M. , 1992) com objetivo de verificar o consumo de oxigênio dos tecidos (MULLER *et al.*, 2002). Contudo, trata-se de um processo tecnicamente exigente (LINDE *et al.*, 1989), invasivo (MÜLLER *et al.*, 2013) e escasso na literatura (MULLER *et al.*, 2002).



**Tabela 2:** Taxa metabólica específica para órgãos e tecidos

| Órgãos e tecidos        | Taxa metabólica específica (kcal/kg/dia) |
|-------------------------|------------------------------------------|
| TME (kg)                | 13                                       |
| TA (kg)                 | 4,5                                      |
| TO (kg)                 | 2,3                                      |
| Fígado (kg)             | 200                                      |
| Cérebro (kg)            | 240                                      |
| Coração (kg)            | 440                                      |
| Rins (kg)               | 440                                      |
| Baço (kg)               | 100                                      |
| Pele (cm <sup>2</sup> ) | 7,2                                      |
| Resíduos (kg)           | 43                                       |

TME: tecido músculo esquelético; TA: tecido adiposo; TO: tecido ósseo.

Fonte: Adaptado de GALLAGHER; ELIA (2005) e VENTURINI *et al.* (2021)

Assim, essas estimativas refletem a atividade metabólica de vários órgãos e tecidos, contudo não consideram os efeitos metabólicos de restrição ou excesso de alimentação, fatores hormonais/genéticos que alteram o fluxo de energia (HEYMSFIELD *et al.*, 2002) e são consideradas como medidas aproximadas (MÜLLER *et al.*, 2013). Todavia, estudos suportam o uso da taxa metabólica específica dos órgãos e tecidos em jovens adultos, saudáveis e com peso estável (GALLAGHER, DYMPNA *et al.*, 1998)

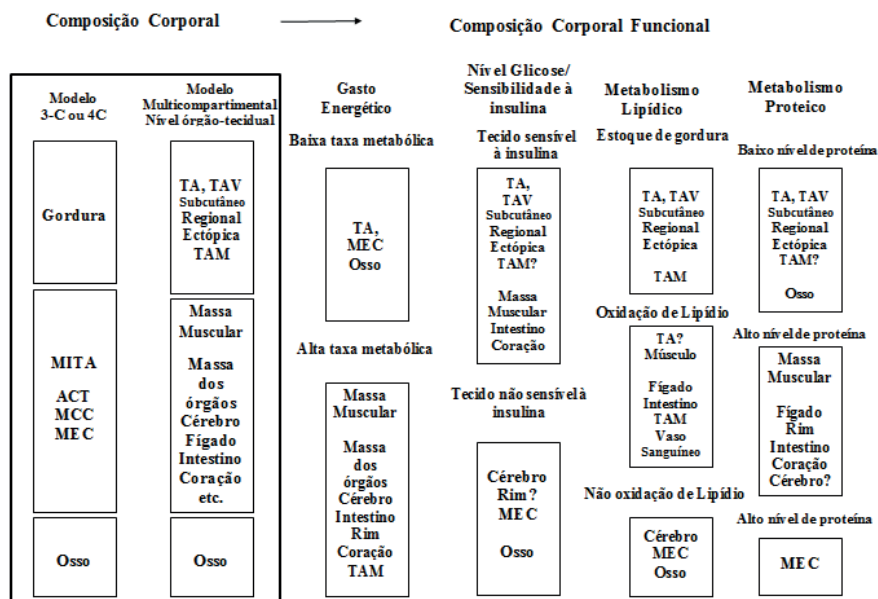
Os valores retratados na tabela 2 foram inicialmente propostos por ELIA, M. (1992) e estabelecidos para indivíduos saudáveis com idade entre 20 e 50 anos, após uma noite de jejum e em repouso e não devem ser aplicados durante a atividade física e após refeições. A massa residual consiste de todos os órgãos e tecidos que não são apresentados na Tabela 2, por exemplo, o intestino, pâncreas, volume de sangue (GALLAGHER; ELIA, 2005). Assim, o GER de corpo total é calculado através da combinação dos órgãos e tecidos com a taxa metabólica específica. A estimativa do GER para cada componente corporal aumenta sua acurácia preditiva minimizando os vieses de aplicações generalistas (HAYES *et al.*, 2002), visto que grande parte da variação do GER, entre sujeitos, pode ser explicada pelo volume de órgãos e tecidos (GARBY; LAMMERT, 1994). O ajuste do GER para os diferentes tipos de tecidos da CC é uma condição essencial nas comparações entre sujeitos (ELIA, M. , 1992). A MITA é o principal determinante do GER (WEINSIER; SCHUTZ; BRACCO, 1992; NIELSEN *et al.*, 2000), alguns estudos encontraram uma contribuição adicional da Massa Gorda (MG) (NELSON *et al.*, 1992), no entanto outros não encontraram tal efeito (BOGARDUS *et al.*, 1986; SEGAL *et al.*, 1987).

A MITA corresponde aproximadamente de 60 a 80% da variância do



GER total (RAVUSSIN; BOGARDUS, 1989). Contudo, a MITA é considerada um componente heterogêneo tanto anatomicamente como metabolicamente (LATER *et al.*, 2008). Ou seja, a MITA é formada por órgãos com alta taxa metabólica (840-1848 kJ/kg/dia) e órgãos com baixa taxa metabólica (<60 kJ/kg/dia) (Figura 3) (GALLAGHER; ELIA, 2005).

**Figura 3:** Modelo de composição corporal funcional. Os componentes corporais são organizados segundo os modelos tradicionais da composição corporal (à esquerda), bem como de acordo com a sua funcionalidade.



Nota: MITA: massa isenta de tecido adiposo; ACT: água corporal total; MCC: massa celular corporal; MEC: massa extracelular; TA: tecido adiposo; TAV: tecido adiposo visceral; TAM: tecido adiposo marrom.

Fonte: Adaptado de MULLER (2013)

Órgãos como fígado, rim, coração, cérebro, embora representem de 5% a 6% da MC total, respondem por 60% no GER, apresentando uma elevada taxa metabólica, sendo de 15 a 40 vezes maior do que o músculo e de 50 a 100 vezes maior do que o tecido adiposo (TA) (ELIA, M., 1992; VENTURINI *et al.*, 2021) que compreende entre 21% e 33% da MC de homens e mulheres, respectivamente (SNYDER *et al.*, 1975). O tecido ósseo (TO) representa em média 15% da MC, mas esse valor não é representativo, uma vez que é preciso levar em consideração a proporcionalidade corporal de cada indivíduo. Isto é, aliar elementos sobre as proporções e as relações que se estabelecem entre as dimensões antropométricas dos diferentes segmentos

do corpo humano (GUEDES; GUEDES, 2006). O tecido músculo esquelético (TME), mesmo sendo o maior tecido do corpo humano, representa 40% do peso corporal adulto, pois expressa uma baixa taxa metabólica de repouso ( $\cong 10$  a  $15$  kcal/kg/dia).

Como o uso de RM e TC é limitado a grandes laboratórios e centros de pesquisa, a análise por DXA pode ser utilizada como uma ferramenta prática para avaliar as associações entre o GER e a CC (MULLER *et al.*, 2002). Nessa perspectiva, foi desenvolvido o mapa metabólico do GER através da soma dos cinco componentes derivados da DXA: MG, tecido mole magro apendicular (TMMA), área craniana, conteúdo mineral ósseo (CMO) e tecido residual (TR), combinada com a taxa metabólica específica para cada componente (HAYES *et al.*, 2002). Em seguida, um modelo para estimar o GER usando exclusivamente a DXA foi proposto (VENTURINI *et al.*, 2021). Através da soma dos 10 componentes (TA, TO, TME, Cérebro, Coração, Rins, Fígado, Baço, Pele e TR) o GER é estimado (VENTURINI *et al.*, 2021). Como os componentes medidos por DXA pertencem ao nível II, do sistema referencial de cinco níveis (WANG; PIERSON; HEYMSFIELD, 1992), a transformação do nível molecular (II) para o nível tecidular (IV) foi necessária (Tabela 3), uma vez que o GER é determinado somente neste nível (ELIA, M., 1992).

## CONCLUSÃO

Existem vários métodos/ferramentas para medir e estimar o GER. Neste capítulo foram apresentados alguns conceitos metodológicos que podem ser utilizados sozinhos ou combinados. A combinação de métodos pode fornecer resultados mais confiáveis e aumentar a precisão na estimativa do GER. A calorimetria indireta e as equações fornecem o GER total diário, ou seja, a quantidade de kcal necessária para manter as necessidades básicas do ser humano. A abordagem multicompartimental, por outro lado, pode ser utilizada como uma alternativa para entender as diferenças interindividuais. Além disso, apresenta implicações importantes para a avaliação e interpretação do metabolismo energético, considerando as diferenças interpessoais da CC, em termos do gasto de energia.

**Tabela 3:** Transformação dos componentes do nível molecular para o nível tecidular e estimativa do gasto energético de cada componente. A melhor abordagem específica para cada sexo é apresentada.

| Nível tecidular | Nível molecular (kg)                   | Gasto energético (kcal/d)                      |
|-----------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|
| TA              | $1.18 \times \text{MG}$                | $\text{GE}_{\text{TA}} = 4.5 \times \text{TA}$ |
| TO              | $1.85 \times \text{CMO} \times 1.0436$ | $\text{GE}_{\text{TO}} = 2.3 \times \text{TO}$ |

|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| TME                                                           | $(1.13 \times \text{TMMA}) - (0.02 \times \text{idade}) + (0.61 \times \text{sexo}) + 0.97$                                                                                                                                                   | $\text{GE}_{\text{TME}} = 13 \times \text{TME}$                                |
| Cérebro                                                       | $0.005 \times \text{Área craniana}_{\text{DXA}} + 0.2 \times \text{sexo}^* + 0.24$                                                                                                                                                            | $\text{GE}_{\text{Cérebro}} = 240 \times \text{Cérebro}$                       |
| Coração                                                       | $(0.012 \times \text{MCM}_{\text{tronco}})^{1.0499}$                                                                                                                                                                                          | $\text{GE}_{\text{Coração}} = 440 \times \text{Coração}$                       |
| Rins                                                          | $(0.0165 \times \text{MCM}_{\text{tronco}})^{0.9306}$                                                                                                                                                                                         | $\text{GE}_{\text{Rins}} = 440 \times \text{Rins}$                             |
| Fígado                                                        | $(0.0778 \times \text{MCM}_{\text{tronco}})^{0.9277}$                                                                                                                                                                                         | $\text{GE}_{\text{Fígado}} = 200 \times \text{Fígado}$                         |
| Baço                                                          | $(0.022 \times \text{MCM}_{\text{tronco}})^{1.4449}$                                                                                                                                                                                          | $\text{GE}_{\text{Baço}} = 100 \times \text{Baço}$                             |
| Pele                                                          | $0,00949 \times (\text{MC}^{0.441}) \times (\text{altura}^{0.655}) \times 2 \times 1.05$                                                                                                                                                      | $\text{GE}_{\text{Pele}} = 7.2 \times \text{Pele}$                             |
| Órgãos <sub>Homem</sub>                                       | $(85.87 \times \text{MCM}_{\text{tronco}}) + (28.72 \times \text{MCM}_{\text{tronco}})$                                                                                                                                                       | $\text{GE}_{\text{Órgãos}} = x \times 0.239006 \text{ KJ e Kcal}$              |
| TR <sub>H</sub>                                               | $\text{MC} - (\text{TA} + \text{TO} + \text{TME} + \text{Cérebro})$                                                                                                                                                                           | $\text{GE}_{\text{TRH}} = 43 \times \text{TR}_{\text{H}}$                      |
| TR <sub>BW</sub>                                              | $\text{Coração} + \text{Rim} + \text{Fígado} + \text{Baço} + \text{Pele}$                                                                                                                                                                     | $\text{GE}_{\text{TRBW}} = 7.17 \times \text{TR}_{\text{BW}}$                  |
| TR <sub>Mulher</sub>                                          | $\text{TR}_{\text{H}} - \text{TR}_{\text{BW}}$                                                                                                                                                                                                | $\text{GE}_{\text{Mulher}} = \text{GE}_{\text{TRH}} - \text{GE}_{\text{TRBW}}$ |
| TR <sub>Homem</sub>                                           | $\text{MC} - (\text{TA} + \text{TO} + \text{TME} + \text{Cérebro} + \text{MCM}_{\text{tronco}} + \text{Pele})$                                                                                                                                | $\text{GE}_{\text{Homem}} = 43 \times \text{TR}_{\text{Men}}$                  |
| $\text{GER}_{\text{DXAMulher}} + \text{EE}_{\text{TRMulher}}$ | $= \text{GE}_{\text{TA}} + \text{GE}_{\text{TO}} + \text{GE}_{\text{TME}} + \text{GE}_{\text{Cérebro}} + \text{GE}_{\text{Coração}} + \text{GE}_{\text{Rins}} + \text{GE}_{\text{Fígado}} + \text{GE}_{\text{Baço}} + \text{EE}_{\text{Pe-}}$ |                                                                                |
| $\text{GER}_{\text{DXAHomen}}$                                | $= \text{GE}_{\text{TA}} + \text{GE}_{\text{TO}} + \text{GE}_{\text{TME}} + \text{GE}_{\text{Cérebro}} + \text{GE}_{\text{Órgãos}} + \text{GE}_{\text{Pele}} + \text{GE}_{\text{TRHomem}}$                                                    |                                                                                |

Nota: TA: tecido adiposo; TO: tecido ósseo; TME: tecido músculo esquelético; TR<sub>H</sub>: tecido residual (Hayes *et al.*, 2002); TR<sub>BW</sub>: tecido residual dos órgãos (Bosy-Westphal *et al.*, 2004; Heymsfield *et al.*, 2018); TR<sub>Mulher</sub>: tecido residual modelo adaptado para mulher; TR<sub>Men</sub>: tecido residual modelo 6 para homens (BOSY-WESTPHAL *et al.*, 2004); GER: gasto energético de repouso estimado por DXA; MG: massa gorda; CMO: conteúdo mineral ósseo; TMMA: tecido mole magro apendicular; DXA: Absorciometria Radiológica de Dupla Energia; MCM<sub>tronco</sub>: massa corporal magra do tronco; MC: massa corporal em kg; Altura em cm; GE: gasto energético; \*Sexo: 0 sexo feminino, 1 sexo masculino.

Fonte: Adaptado de VENTURINI *et al.* (2021)

## REFERÊNCIAS

- ALFONZO-GONZALEZ, G; DOUCET, E; ALMERAS, N; BOUCHARD, C; TREMBLAY, A. (2004) **Estimation of daily energy needs with the FAO/WHO/UNU 1985 procedures in adults: comparison to whole-body indirect calorimetry measurements.** Eur J Clin Nutr, v. 58, n. 8, p. 1125-1131, 2004.
- BELL, G. H; DAVIDSON, J. N; SCARBOROUGH, H. (1965) **Textbook of physiology and biochemistry.** E & S Livingstone, Edinburgh, 1965.
- BENEDETTI, F. J; BOSA, V. L; MOCELIN, H. T; PALUDO, J; MELLO, E. D. D; FISCHER, G. B. (2011) **Gasto energético em adolescentes asmáticos com excesso de peso:**

**calorimetria indireta e equações de predição.** Revista de Nutrição, v. 24, n., p. 31-40, 2011.

BLASCO REDONDO, R. (2015) **Resting energy expenditure; assessment methods and applications.** Nutr Hosp, v. 31 Suppl 3, p. 245-254, 2015.

BOGARDUS, C; LILLIOJA, S; RAVUSSIN, E; ABBOTT, W; ZAWADZKI, J. K; YOUNG, A; KNOWLER, W. C; JACOBOWITZ, R; MOLL, P. P. (1986) **Familial dependence of the resting metabolic rate.** N Engl J Med, v. 315, n. 2, p. 96-100, 1986.

BOSY-WESTPHAL, A; REINECKE, U; SCHLÖRKE, T; ILLNER, K; KUTZNER, D; HELLER, M; MÜLLER, M. J. (2004) **Effect of organ and tissue masses on resting energy expenditure in underweight, normal weight and obese adults.** Int J Obes Relat Metab Disord, v. 28, n. 1, p. 72-79, 2004.

CENSI, L; TOTI, E; PASTORE, G; FERRO-LUZZI, A. (1998) **The basal metabolic rate and energy cost of standardised walking of short and tall men.** Eur J Clin Nutr, v. 52, n. 6, p. 441-446, 1998.

ELIA, M. (1992) **Organ and Tissue Contribution to Metabolic Rate.** In: KINNEY, J. M. e TUCKER, H. N. (Ed.). **Energy Metabolism: Tissue Determinants and Cellular Corollaries.** New York: Raven Press, Ltd., 1992.

FAO/WHO/UNU. **Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation.** World Health Organ Tech Rep Ser, v. 724, n., p. 1-206, 1985.

GALLAGHER, D; BELMONTE, D; DEURENBERG, P; WANG, Z; KRASNOW, N; PI-SUNYER, F. X; HEYMSFIELD, S. B. (1998) **Organ-tissue mass measurement allows modeling of REE and metabolically active tissue mass.** Am J Physiol, v. 275, p. E249-258, 1998.

GALLAGHER, D; ELIA, M. (2005) **Body Composition, Organ Mass, and Resting Energy Expenditure.** In: HEYMSFIELD, S. B. E LOHMAN, T. G. (Ed.). **Human Body Composition.** Champaign: Human Kinetics, 2005.

GARBY, L; LAMMERT, O. (1994) **Between-subjects variation in energy expenditure: estimation of the effect of variation in organ size.** Eur J Clin Nutr, v. 48, n. 5, p. 376-378, 1994.

GUEDES, D. P; GUEDES, J. E. R. P. (2006) **Manual prático para avaliação em educação física.** Barueri: Manole, 2006.

HARRIS, J. A; BENEDICT, F. G. (1918) **A Biometric Study of Human Basal Metabolism.** Proc Natl Acad Sci U S A, v. 4, n. 12, p. 370-373, 1918.

HAYES, M; CHUSTEK, M; WANG, Z; GALLAGHER, D; HESHKA, S; SPUNGEN, A; BAUMAN, W; HEYMSFIELD, S. B. (2002) **DXA: Potential for Creating a Metabolic Map of Organ-Tissue Resting Energy Expenditure Components.** Obes Res, v. 10,

n. 10, p. 969-977, 2002.

HEYMSFIELD, S. B; GALLAGHER, D; KOTLER, D. P; WANG, Z; ALLISON, D. B; HESHKA, S. (2002) **Body-size dependence of resting energy expenditure can be attributed to nonenergetic homogeneity of fat-free mass**. Am J Physiol Endocrinol Metab, v. 282, n. 1, p. E132-138, 2002.

HEYMSFIELD, S. B; BOURGEOIS, B; THOMAS, D. M. (2017) **Assessment of human energy exchange: historical overview**. Eur J Clin Nutr, v. 71, n. 3, p. 294-300, 2017.

ISMAIL, M; NG, K; CHEE, S; ROSLEE, R; ZAWIAH, H. (1998) **Predictive equations for the estimation of basal metabolic rate in Malaysian adults**. Mal J Nutr, v. 4, p. 81-90, 1998.

JEQUIER, E; ACHESON, K; SCHUTZ, Y. (1987) **Assessment of energy expenditure and fuel utilization in man**. Annu Rev Nutr, v. 7, p. 187-208, 1987.

KENNY, G. P; NOTLEY, S. R; GAGNON, D. (2017) **Direct calorimetry: a brief historical review of its use in the study of human metabolism and thermoregulation**. Eur J Appl Physiol, v. 117, n. 9, p. 1765-1785, 2017.

LATER, W; BOSY-WESTPHAL, A; HITZE, B; KOSSEL, E; GLUER, C. C; HELLER, M; MULLER, M. J. (2008) **No evidence of mass dependency of specific organ metabolic rate in healthy humans**. Am J Clin Nutr, v. 88, n. 4, p. 1004-1009, 2008.

LAVOISIER, A. L; LAPLACE, P. S. (1780) **Histoire de l'Académie des Sciences**. Année, p. 355, 1780.

LINDE, B; HJEMDAHL, P; FREYSCHUSS, U; JUHLIN-DANNFELT, A. (1989) **Adipose tissue and skeletal muscle blood flow during mental stress**. Am J Physiol, v. 256, n. 1, p. E12-18, 1989.

LODWING, T. H. (1974) **The ice calorimeter of Lavoisier an Laplace and some of its critics**. Ann Sci, v. 31, p. 1-18, 1974.

MAHAN, K. L; ESCOTT-STUMP, S; RAYMOND, J. L. (2012) **Krauses's Food & The Nutrition Care Process**. St Louis, MO: Saunders, 2012.

MATARESE, L. E. (1997) **Indirect calorimetry: technical aspects**. J Am Diet Assoc, v. 97, n. 10 Suppl 2, p. S154-160, 1997.

MULLER, M. J; BOSY-WESTPHAL, A; KUTZNER, D; HELLER, M. (2002) **Metabolically active components of fat-free mass and resting energy expenditure in humans: recent lessons from imaging technologies**. Obes Rev, v. 3, n. 2, p. 113-122, 2002.

MULLER, M. J; BOSY-WESTPHAL, A; LATER, W; HAAS, V; HELLER, M. (2009) **Functional body composition: insights into the regulation of energy metabolism and some clinical applications**. Eur J Clin Nutr, v. 63, n. 9, p. 1045-1056, 2009.

MULLER, M. J. (2013) **From BMI to functional body composition**. Eur J Clin Nutr, v. 67, n. 11, p. 1119-1121, 2013.

MÜLLER, M. J; BOSY-WESTPHAL, A; HELLER, M. (2009) **'Functional' body composition: differentiating between benign and non-benign obesity**. F1000 Biol Rep, v. 14, n. 1, 2009.

MÜLLER, M. J; WANG, Z; HEYMSFIELD, S. B; SCHAUTZ, B; BOSY-WESTPHAL, A. (2013) **Advances in the understanding of specific metabolic rates of major organs and tissues in humans**. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, v. 16, n. 5, p. 501-508, 2013.

NELSON, K. M; WEINSIER, R. L; LONG, C. L; SCHUTZ, Y. (1992) **Prediction of resting energy expenditure from fat-free mass and fat mass**. Am J Clin Nutr, v. 56, n. 5, p. 848-856, 1992.

NIELSEN, S; HENSRUD, D. D; ROMANSKI, S; LEVINE, J. A; BURGUERA, B; JENSEN, M. D. (2000) **Body composition and resting energy expenditure in humans: role of fat, fat-free mass and extracellular fluid**. Int J Obes Relat Metab Disord, v. 24, n. 9, p. 1153-1157, 2000.

RAVUSSIN, E; BOGARDUS, C. (1989) **Relationship of genetics, age, and physical fitness to daily energy expenditure and fuel utilization**. Am J Clin Nutr, v. 49, n. 5, p. 968-975, 1989.

RAVUSSIN, E; BOGARDUS, C. (1992) **A brief overview of human energy metabolism and its relationship to essential obesity**. Am J Clin Nutr, v. 55, n. 1, p. 242-245, 1992.

RUBNER, M. (1902) **Die Gesetze des Energieverbrauchs bei der Ernährung**. Germany: Leipzig und Wien, 1902.

SARDINHA, L. B. (2012) **Functional Body Composition: Need for a New Agenda**. Archives of Exercises, Health and Diseases, v. 3, n. 3, p. 183-187, 2012.

SAREEN, S; GROPPER, J. L. S; GROFF, J. L. (2011) **Nutrição Avançada e metabolismo humano**. Cengage Learning, 2011.

SCHOFIELD, W. N. (1985) **Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work**. Hum Nutr Clin Nutr, v. 39, s.n., p. 5-41, 1985.

SEGAL, K. R; GUTIN, B; ALBU, J; PI-SUNYER, F. X. (1987) **Thermic effects of food and exercise in lean and obese men of similar lean body mass**. Am J Physiol, v. 252, n. 1, p. E110-117, 1987.

SNYDER, W. S; COOK, M. J; NASSET, E. S; KARHAUSEN, L. R; HOWELLS, G. P; TIPTON, I. H. (1975) **Report of the task group on reference man**. International Commission on radiological protection nº 23: Oxford: Pergamon Press, 1975.

USUI, C; TAGUCHI, M; ISHIKAWA-TAKATA, K; HIGUCHI, M. (2011) **The validity of body composition measurement using dual energy X-Ray absorptiometry for estimating resting energy expenditure.** In. DUAL ENERGY X-RAY ABSORPTIOMETRY, p. 45, 2011.

VENTURINI, A. C. R; SILVA, A. M; ABDALLA, P. P; DOS SANTOS, A. P; BORGES, F. G; ALVES, T. C; SIQUEIRA, V; DA CRUZ ALVES, N. M; FERRIOLLI, E; COELHO, E. B; DUNCAN, M; MOTA, J; MACHADO, D. R. L. (2021) **Estimating resting energy expenditure from dual-energy X-ray absorptiometry: A cross-sectional study in healthy young adults.** Am J Hum Biol. v. 33, n. 2, p. e23466, 2021.

WANG, Z. M; PIERSON, R. N. J. R; HEYMSFIELD, S. B. (1992) **The five-level model: a new approach to organizing body-composition research.** Am J Clin Nutr, v. 56, n. 1, p. 19-28, 1992.

WEINSIER, R. L; SCHUTZ, Y; BRACCO, D. (1992) **Reexamination of the relationship of resting metabolic rate to fat-free mass and to the metabolically active components of fat-free mass in humans.** Am J Clin Nutr, v. 55, n. 4, p. 790-794, 1992.

## CAPÍTULO 5

# RESPOSTAS AGUDAS AO TREINAMENTO DE FORÇA COM E SEM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO: SEGURANÇA DOS PARÂMETROS HEMODINÂMICOS EM PESSOAS VIVENDO COM HIV/AIDS

### **Thiago Cândido Alves**

Grupo de Estudo e Pesquisa em Antropometria, Treinamento e Esporte (GEPEATE), Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil

[lattes.cnpq.br/8834228735696519](https://lattes.cnpq.br/8834228735696519)

### **Leonardo Santos Lopes da Silva**

Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil

### **Pedro Pugliesi Abdalla**

Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto (EERP), Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo

Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e lazer (CIAFEL), Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP), Universidade do Porto, Porto, Portugal

### **Lucimere Bohn**

Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e lazer (CIAFEL), Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP) e Laboratório para a Investigação Integrativa e Translacional em

Saúde Populacional (ITR), Universidade do Porto, Porto, Portugal

Faculdade de Psicologia, Educação e Desporto, Universidade Lusófona do Porto, Porto, Portugal

### **André Pereira dos Santos**

Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto (EERP), Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil

### **Márcio Fernando Tasinafo Júnior**

Grupo de Estudo e Pesquisa em Antropometria, Treinamento e Esporte (GEPEATE), Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil

### **Jorge Mota**

Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e lazer (CIAFEL), Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP) e Laboratório para a Investigação Integrativa e Translacional em Saúde Populacional (ITR), Universidade do Porto, Porto, Portugal



**Dalmo Roberto Lopes Machado**

Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto (EERP), Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo

Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e lazer (CIAFEL), Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP), Universidade do Porto, Porto, Portugal

**RESUMO** - O treinamento de força com restrição do fluxo sanguíneo (TFRFS) permite que pessoas vivendo com HIV/AIDS (PVHA) se exercitem em intensidades mais baixas do que o treinamento de força tradicional (TFT). Mas as respostas hemodinâmicas agudas e crônicas de PVHA seguindo um protocolo de TFRFS são desconhecidas. Assim, o objetivo deste estudo foi comparar as respostas hemodinâmicas agudas entre TFT ou TFRFS em PVHA. Neste ensaio clínico randomizado, 14 PVHA foram alocados em TFRFS ( $G_{TFRFS}$ ;  $n = 7$ ) ou TRT ( $G_{TRT}$ ;  $n = 7$ ). Ambos os protocolos de treinamento de força tiveram 36 sessões (12 semanas, três vezes por semana). A intensidade do protocolo foi de 30% ( $G_{TFRFS}$ ) e 80% ( $G_{TFT}$ ). A frequência cardíaca e a pressão arterial foram registradas de forma aguda (repouso e pós-exercícios 7<sup>a</sup>, 22<sup>a</sup> e 35<sup>a</sup> sessões) e cronicamente (pré e pós programa). Modelos lineares gerais foram aplicados para determinar a interação grupo\*tempo. Nas comparações entre os grupos as respostas hemodinâmicas não foram diferentes ( $p > 0,05$ ), independente da sessão de avaliação. Conclui-se que TFRFS e TRT induziram respostas hemodinâmicas semelhantes em PVHA, sem riscos significativos de aumento do estresse cardiovascular. Portanto, o TFRFS apresenta uma alternativa segura ao treinamento de força para PVHA.

**PALAVRAS-CHAVE:** Terapia antirretroviral; Exercício físico; Lipodistrofia.

## 1. INTRODUÇÃO

A terapia antirretroviral (TARV) diminuiu a mortalidade pelo vírus da imunodeficiência humana (HIV) e pela síndrome da imunodeficiência adquirida (AIDS) (DOS SANTOS *et al.*, 2013). No entanto, distúrbios cardiometabólicos como dislipidemia, resistência à insulina, diabetes, hipertensão e aumento do estado inflamatório são frequentemente observados em pessoas vivendo com HIV/AIDS (PVHA) (STANLEY; GRINSPOON, 2012). A etiologia das anormalidades cardiometabólicas acima citadas é complexa e multifatorial, podendo estar relacionada aos efeitos inflamatórios causados pela própria infecção pelo vírus e/ou pelo tratamento com a TARV (ALVES *et al.*, 2020). Como consequência, as PVHA apresentam um risco cardiovascular aumentado (STANLEY; GRINSPOON 2012; NON *et al.*, 2017).

Para neutralizar os efeitos colaterais metabólicos adversos da TARV e infecção, as PVHA são, portanto, encorajadas a adotar um estilo de vida saudável, com a prática de exercícios físicos (JAGGERS; HAND, 2016). Na

verdade, o exercício físico regular, incluindo o treinamento de força tradicional (TFT) em PVHA, é recomendado como uma terapia complementar, uma vez que melhora a saúde cardiovascular (OZEMEK *et al.*, 2020), perfil lipídico (LINDEGAARD *et al.*, 2008), aptidão cardiorrespiratória, força muscular e composição corporal (O'BRIEN *et al.*, 2017). Benefícios adicionais como hipertrofia muscular é alcançado pelo TFT em altas intensidades (ou seja, 70% ou mais de uma repetição máxima [1RM]) (RIEBE *et al.*, 2018; ALVES *et al.*, 2020). No entanto, intensidades dessa magnitude podem ser contraindicadas para PVHA debilitadas, que frequentemente apresentam incapacidades físicas e/ou alto risco cardiovascular (POTON; POLITO, 2016; ALVES *et al.*, 2020).

O treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo (TFRFS) pode configurar como uma abordagem alternativa para TFT de alta intensidade. Este método é realizado em baixas intensidades (20% a 40% de 1RM) (PATTERSON *et al.*, 2019) porque a capacidade de expressar força é suprimida por punhos restritivos nos membros do praticante. Os manguitos evocam um estresse vascular considerável (ROSSOW *et al.*, 2012) que surge tanto da compressão mecânica exógena do vaso quanto da compressão muscular endógena.

O TFRFS aumenta a força muscular e a massa muscular de forma semelhante ao TFT de alta intensidade, tanto em indivíduos saudáveis (FARUP *et al.*, 2015) quanto em PVHA (ALVES *et al.*, 2020). Embora o TFRFS tenha sido aplicado em diversas populações (NAKAJIMA *et al.*, 2006; ALVES *et al.*, 2020), sua segurança em relação às respostas hemodinâmicas agudas ainda não está totalmente estabelecida e os resultados disponíveis são conflitantes. Por exemplo, alguns autores demonstraram um aumento superior da frequência cardíaca e da pressão arterial durante o TFRFS em comparação com o TFT (SCOTT *et al.*, 2018). Outros, mostraram uma resposta igual ou até mesmo menor nas variáveis acima mencionadas após um TFRFS em comparações com TFT (MORIGGI JR *et al.*, 2015; POTON; POLITO, 2016).

Assim, o objetivo do nosso estudo foi comparar a resposta aguda do TFRFS e TFT nas variáveis hemodinâmicas (frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA) e duplo produto (DP) em PVHA. Nossa hipótese é que tanto o TFRFS quanto o TFT levam a uma resposta aguda semelhante das variáveis hemodinâmicas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### Participantes

Uma amostra não probabilística de PVHA adultas (n = 14, sendo 57% mulheres [n = 8]) participaram do estudo. Os critérios de inclusão foram: soropositivos para HIV/AIDS tratamento regular com TARV; idades

entre 30 e 60 anos; não gestante; não participação em programa regular de exercícios físicos nos últimos três meses;; variação do peso corporal <10% nos últimos seis meses; índice tornozelo/braquial entre 0,91 e 1,30; e com autorização médica para integrar um programa de exercícios. Os participantes foram excluídos se apresentassem: sintomas que contraindicassem sua permanência no programa de treinamento (linfócitos TCD4 + <200 células/mm<sup>3</sup> e carga viral >100.000 cópias de RNA/ml); sintomas de doenças cardiovasculares ou infecções oportunistas; e, se faltassem a nove ou mais sessões de treinamento não consecutivas (>25%).

O consentimento informado por escrito foi obtido de todos os participantes antes do início do estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de São Paulo, e está registrado no ClinicalTrials.gov ID: NCT02783417, sob o protocolo ID: 44195315.6.0000.5393. O foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsinque.

## Design experimental

Este ensaio clínico randomizado foi realizado entre agosto de 2015 e fevereiro de 2017 e incluiu dois grupos de intervenção (TFT e TFRFS). Os participantes elegíveis foram recrutados pessoalmente durante as consultas de rotina da clínica no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo; e nas Secretarias Municipais de Saúde das cidades de Ribeirão Preto e Batatais, região norte do Estado de São Paulo. Em dia previamente agendado, os participantes forneciam informações sociodemográficas e eram avaliados quanto aos parâmetros metabólicos e fisiológicos (índice tornozelo/braquial e restrição do fluxo sanguíneo [RFS]). Em seguida, os participantes foram avaliados quanto à antropometria e teste de 1RM. Os participantes foram distribuídos aleatoriamente por quartis, de acordo com o nível de força muscular (1RM) em dois grupos: treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo ( $G_{TFRFS}$ ;  $n = 7$ ) e grupo de treinamento de força tradicional ( $G_{TFT}$ ;  $n = 7$ ), com intensidades de 30% e 80% de 1RM, respectivamente.

## Medidas

- **Características sociodemográficas**

As informações sociodemográficas e clínicas (ano do diagnóstico de HIV, tratamento de TARV (duração e composição farmacológica), uso de medicamentos para hipertensão, comorbidades e fatores de risco para trombose foram coletadas por meio de entrevistas e prontuários dos pacientes. O acesso aos prontuários dos pacientes foi autorizado pela Comissão de Ética do Hospital.

- **Índice Tornozelo-Braquial**

A pressão arterial sistólica (PAS) foi obtida em 8 regiões anatômicas (artéria tibial posterior e artéria dorsal do pé de ambos os membros inferiores; e artérias braquial e radial de ambos os membros superiores) enquanto os participantes estavam em decúbito dorsal (VLACHOPOULOS *et al.*, 2012). As medidas foram coletadas com esfigmomanômetro aneroide (Premium®, São Paulo, Brasil) e doppler vascular (DV 600, Martec Med®, Ribeirão Preto, Brasil). Em ambos os lados do corpo a razão entre a maior PAS da parte inferior do corpo e a maior PAS da parte superior foi calculada para obter o índice tornozelo/braquial. Índice tornozelo/braquial inferior a 0,91 ou superior a 1,30 indicava a presença de doença arterial obstrutiva periférica (VLACHOPOULOS *et al.*, 2012).

- **Restrição de fluxo sanguíneo**

A pressão para completar a RFS foi avaliada usando uma doppler vascular (DV-600; Martec, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) e manguitos específicos de treino, membros inferiores (170x900 mm) e membros superiores (70x730 mm) (Missouri®, São Paulo, Brasil). Os procedimentos detalhados são descritos por (ALVES *et al.*, 2020). Durante as sessões de treinamento do  $G_{\text{TFRFS}}$  foi utilizada 100% da pressão para RFS determinada em repouso.

- **Teste de uma repetição máxima**

Para determinar os níveis de força dos participantes e a intensidade de treino para cada grupo, 1RM para exercícios realizados durante os protocolos de treinamento foi estimado pelo teste de repetição máxima (Brzycki, 1993). O objetivo desse teste é que o indivíduo realize repetições até a falha, sem ultrapassar 10 repetições. Dentro desse limite, a estimativa de 1RM é mais precisa (WHISENANT *et al.*, 2003). Portanto, dependendo do esforço empregado em cada tentativa, o peso era aumentado ou reduzido, para manter entre 1 e 10 repetições. Os sujeitos tiveram até três tentativas em intervalos de três minutos para realizar o teste dentro do limite de repetição. O teste foi realizado no período pré-intervenção, nas 6ª, 21ª e 36ª sessões de treinamento.

- **Respostas hemodinâmicas**

Antes de cada sessão de treinamento, a frequência cardíaca e a pressão arterial foram medidas de acordo com (LIBARDI *et al.*, 2015) e procedimentos da Sociedade Brasileira de Hipertensão (NOBRE, 2010).

As variáveis analisadas foram: FC, PAS, PA diastólica (PAD), PA média (PAM) e DP. Ao chegar ao local de treino, as PVHA já vestiam o monitor de frequência cardíaca (Polar FT7®). Após cinco minutos de repouso na posição sentada era anotada a FC e realizada a medida de PA utilizando-se estetoscópio e esfigmomanômetro aneroide (Premium®). Para a determinação da PA o participante permanecia sentado e braço esquerdo apoiado na altura do coração. A FC também foi medida ao final de todas as

séries de todos os exercícios e a PA foi medida entre 20 e 30 segundos após a realização da última execução da última série de cada exercício. A PA só não foi medida ao final da última série do exercício de flexão de cotovelo devido a impossibilidade da colocação do esfigmomanômetro junto com o manguito de treino no  $G_{TFRFS}$ . O mesmo procedimento foi adotado para  $G_{TFT}$  para manter a similaridade.

Os valores médios de FC e das PAS e PAD em repouso e após cada exercício foram anotadas na 7ª, 22ª e 35ª sessão e posteriormente a PAM ( $PAM = [PAS + (2 * PAD)] / 3$ ) (MORAN *et al.*, 1995) e o DP ( $DP = FC * PAS$ ) (KITAMURA *et al.*, 1972) foram calculados para comparações intra e inter grupo.

### Protocolos de treinamento de força

O treinamento ocorreu três vezes por semana, com intervalo de 48 horas entre as sessões, totalizando 36 sessões (12 semanas). As intensidades específicas para cada grupo foram estabelecidas com base no desempenho pessoal no teste de 1RM. As sessões de treinamento consistiam na realização de exercícios de extensão e flexão bilateral de cotovelo, flexão unilateral e extensão bilateral de joelho, em um total de quatro exercícios por sessão. O protocolo de treinamento foi realizado em uma Estação de Treinamento Athletic Way, com duas colunas de peso independentes de 180 kg. A sessão de treinamento só era iniciada após a obtenção dos sinais vitais dentro dos valores aceitáveis (ou seja,  $PAS \geq 140$  mmHg e  $PAD \geq 90$  mmHg) (RIEBE *et al.*, 2018).

O treinamento (36 sessões) foi distribuído em duas fases: Fase de Adaptação e Fase Específica.

A fase de adaptação (6 sessões) do treinamento para ambos os grupos ( $G_{TFRFS}$  e  $G_{TFT}$ ) envolveu: aquecimento (5 min.) Em bicicleta ergométrica (60 rpm), sem carga; três séries (12 repetições) de exercícios em intensidades moderadas (50% 1RM), com intervalo de 60s. A velocidade de movimento foi de dois segundos para a fase concêntrica e dois segundos para a fase excêntrica, controlada por um metrônomo, durante todo o período de estudo (LAURENTINO *et al.*, 2012).

A fase específica (30 sessões) envolveu: aquecimento (10 min) em bicicleta ergométrica (60 rpm), sem carga; uma série (12 repetições) para cada exercício com intensidades moderadas (50% 1RM). Em seguida eram realizadas três séries para cada exercício até a exaustão (falha concêntrica) para ambos os grupos e intervalos de 60 segundos entre os exercícios e séries. Após cada série, a pressão de RFS era descontinuada e, nos 15s finais dos intervalos, os manguitos eram reinsuflados para a série seguinte. A velocidade de movimento foi a mesma utilizada na fase de adaptação.

O volume de cada exercício e de cada sessão (somatório dos quatro exercícios) foi realizado ao final da fase de adaptação (6ª sessão), 7ª semana

(21ª sessão) e ao final da 12ª semana (36ª sessão). Assim, a carga total de treinamento foi comparada em três.

### Análise Estatística

A normalidade dos dados foi verificada com o teste de Shapiro-Wilk. Estatísticas descritivas (medidas de tendência central e dispersão) foram utilizadas para descrever a amostra. No início do estudo, as comparações entre os grupos (TFRFS vs TFT) foram verificadas usando teste t independente, qui-quadrado e teste U de Mann-Whitney, conforme apropriado. As comparações dos volumes de treinamento de acordo com os grupos de exercícios foram verificadas usando o teste t independente para garantir que quaisquer diferenças nas respostas entre os tipos de treinamento não fossem devidas a diferenças no volume de treinamento. As interações grupo\*tempo para efeito agudo do exercício foram analisadas usando modelos lineares gerais ajustados para tratamento anti-hipertensivo. O teste post hoc SIDAK foi selecionado para verificar diferenças entre grupos e momentos, quando valores F significativos foram encontrados nas comparações de efeitos principais. Os pressupostos de inexistência do efeito de covariância e homogeneidade dos parâmetros de regressão para as variáveis hemodinâmicas foram observados e confirmados. O delta da alteração das variáveis foi calculado pela diferença entre os valores pós-exercício e repouso, para verificar a magnitude da alteração proporcionada por cada método de treinamento sobre todas as variáveis estudadas. Para verificar o impacto dos métodos de treinamento em todas as variáveis estudadas, o tamanho do efeito (ES) foi calculado  $[(\text{média pós-teste} - \text{média pré-teste}) / \text{desvio padrão pré-teste}]$  (MADARAME *et al.*, 2018) e classificado (trivial: <0,50; pequeno: 0,50-1,25; moderado: 1,25-1,90 e grande: > 2,00 para indivíduos não treinados) de acordo com Rhea (2004). Todas as análises foram realizadas assumindo significância estatística previamente ( $p < 0,05$ ) no SPSS 20.0.

### 3. RESULTADOS

Foram convidados 100 PVHA para a integrar o estudo. Desses, 2 participantes não atenderam aos critérios de inclusão e 73 se recusaram a participar. No final do recrutamento, 25 PVHA foram alocados aleatoriamente em um dos dois grupos de exercícios ( $G_{\text{TFRFS}}$ : 11;  $G_{\text{TFT}}$ : 14). No final do protocolo, cada grupo de exercícios tinha 7 participantes. A Tabela 1 mostra as características basais e as comparações entre os grupos. No início do estudo, os grupos não eram diferentes para nenhuma variável considerada.

**Tabela 1:** Análise descritiva e teste de diferenças entre os grupos no início do estudo.

|                                  | Total de indivíduos (n=14) |                  |                          |                  | Teste de diferenças* | Valor p |
|----------------------------------|----------------------------|------------------|--------------------------|------------------|----------------------|---------|
|                                  | G <sub>TFRFS</sub> (n = 7) |                  | G <sub>TFT</sub> (n = 7) |                  |                      |         |
|                                  | Méd±DP                     | IC 95%           | Média±DP                 | IC 95%           |                      |         |
| Idade (anos)                     | 45,4±6,0                   | 39,9 – 50,9      | 49,0±7,9                 | 41,7 – 56,3      | -0,955               | 0,359   |
| Diagnóstico de HIV (meses)       | 156,8±112,7                | 52,6 – 261,1     | 135,9±93,9               | 49,0 – 2227      | 0,379                | 0,711   |
| <b>Antropometria</b>             |                            |                  |                          |                  |                      |         |
| Índice de massa corporal (kg/m²) | 25,9±4,1                   | 22,1 - 29,6      | 28.0±6.1                 | 22,4 - 33,7      | -0,77                | 0,456   |
| <b>Parâmetros hemodinâmicos</b>  |                            |                  |                          |                  |                      |         |
| PAS (mmHg)                       | 109,3±10,2                 | 99,9 – 118,7     | 117,1±76                 | 110,2 – 124,1    |                      | 0,165   |
| PAS (mmHg)                       | 73,6±8,5                   | 65,7 – 81,5      | 81,4±10,7                | 71,5 – 91,3      | -1,521               | 0,154   |
| PAM (mmHg)                       | 85,5±8,7                   | 77,4 – 93,5      | 93,3±8,6                 | 85,4 – 101,3     | -1,699               | 0,115   |
| FC (bpm)                         | 78,3±11,4                  | 67,8 – 88,8      | 85,4±16,6                | 70,1 – 100,7     | -0,941               | 0,365   |
| DP (bpm·mmHg)                    | 8625,0±1981,0              | 6792,3 – 10457,7 | 10078,6±2391,4           | 7866,9 – 12290,2 | -1,238               | 0,239   |
| <b>Tratamento</b>                |                            |                  |                          |                  |                      |         |
| Duração da TARV (meses)          | 113,4±90,1                 | 30,1 – 196,7     | 97,4±58,0                | 43,8 - 151,1     | 0,395                | 0,700   |
| Antihipertensivo (n; %)          | 3 (42,9)                   |                  | 3 (42,9)                 |                  |                      | 0,704   |
| <b>Força (1RM=kg)</b>            |                            |                  |                          |                  |                      |         |
| Tríceps                          | 46,7±16,3                  | 31,6 - 61,8      | 41,3±10,8                | 31,3 - 51,3      | 0,541                | 0,476   |
| Bíceps                           | 40,2±11,4                  | 29,6 - 50,7      | 43,2±13,4                | 30,8 - 55,6      | 0,209                | 0,656   |
| Isquiotibiais                    | 33,7±14,4                  | 20,3 - 47,0      | 32,9±14,3                | 19,7 - 46,1      | 0,011                | 0,920   |
| Quadríceps                       | 55,9±21,7                  | 35,8 - 75,9      | 58,7±29,4                | 31,5 - 85,8      | 0,041                | 0,843   |

Nota: variáveis hemodinâmicas em repouso; G<sub>TFRFS</sub>: grupo treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo; G<sub>TFT</sub>: grupo treinamento de força tradicional; HIV: vírus da imunodeficiência humana; IC 95%: Intervalo de confiança; TARV: Terapia Antirretroviral; (m): metros; (kg): quilogramas; (kg/m<sup>2</sup>): quilogramas / metros quadrados; (cm): centímetros. \* teste t e Mann-Whitney para variáveis paramétricas e não paramétricas, respectivamente.

A RFS para o treinamento do G<sub>TFRFS</sub> foi 135,7 ± 12,7 e 124,3 ± 15,1 mmHg, para parte superior e inferior do corpo, respectivamente.

Efeitos agudos das respostas hemodinâmicas para os grupos de treinamento de força foram analisados nas sessões 7, 22 e 35 (Figura 1). Na 7ª sessão de treinamento, as variáveis hemodinâmicas PAS ( $\Delta$  = 20,7 mmHg; p = 0,021), PAD ( $\Delta$  = 10,7 mmHg; p = 0,042), PAM ( $\Delta$  = 10,0 mmHg; p = 0,019), FC ( $\Delta$  = 37,9 bpm; p = 0,002) DP ( $\Delta$  = 6555,0 bpm.mmHg; p = 0,001) mudou significativamente entre o repouso e pós-exercício no G<sub>TFRFS</sub> (Figura 1). Na 22ª sessão, o G<sub>TFRFS</sub> apresentou aumento estatisticamente significativo na PAD ( $\Delta$  = 7,9 mmHg; p = 0,033), FC ( $\Delta$  = 22,3 bpm; p = 0,034) e DP ( $\Delta$  = 3314,8 bpm.mmHg; p = 0,019) e na 35ª sessão, o G<sub>TFRFS</sub> apresentou aumento estatisticamente significativo para FC ( $\Delta$  = 29,8 bpm; p = 0,007) e DP ( $\Delta$  = 4538,1 bpm.mmHg; p = 0,002), entre o repouso e pós-exercício.

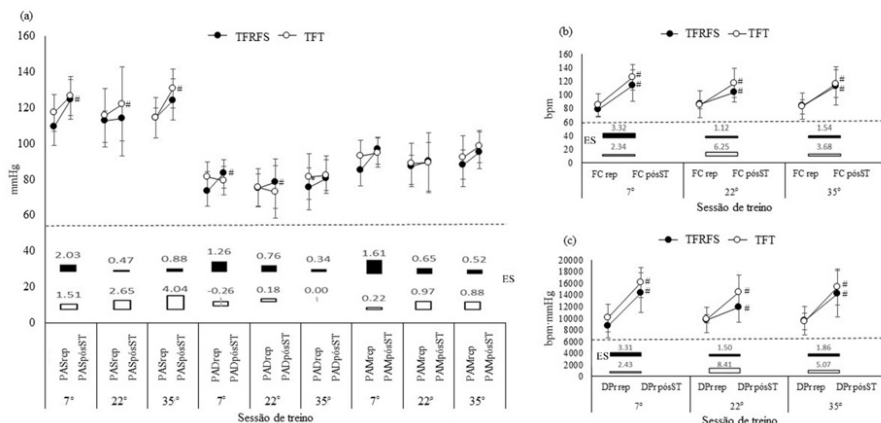
Na 7ª sessão de treinamento do G<sub>TFT</sub> foram observados incrementos significativos para FC ( $\Delta$  = 38,9 bpm; p = 0,001) e DP ( $\Delta$  = 5986,3 bpm.mmHg;



$p = 0,001$ ). Na 22ª sessão o  $G_{TFT}$  para PAS ( $\Delta = 14,3$  mmHg;  $p = 0,042$ ), FC ( $\Delta = 38,1$  bpm;  $p = 0,001$ ) e DP ( $\Delta = 3644,8$  bpm.mmHg;  $p = 0,001$ ) e na 35ª sessão mostrou a incrementos estatísticos para PAS ( $\Delta = 21,4$  mmHg;  $p = 0,004$ ), FC ( $\Delta = 40,5$  bpm;  $p = 0,001$ ) e DP ( $\Delta = 7235,2$  bpm.mmHg;  $p = 0,001$ ) (Tabela S1). Em todas as sessões o aumento ocorreu entre o repouso e pós-exercício.

O  $G_{TFRFS}$  apresentou uma grande classificação tamanho de efeito (ES) para todos os parâmetros hemodinâmicos [PAS (ES = 2,03), PAD (ES = 1,26), PAM (ES = 1,61), FC (ES = 3,32) e DP (ES = 3,31)] na 7ª sessão de treinamento (Figura 1). Da mesma forma, a classificação da ES para hemodinâmica no  $G_{TFT}$  foi moderada a grande [PAS (ES = 1,51), FC (ES = 2,34) e DP (ES = 2,43)] na mesma sessão (Figura 1).

**Figura 1:** Comparação intra e entre grupos das respostas hemodinâmicas agudas (sessões de repouso x pós-exercício) controladas pelo tratamento de anti-hipertensivos



Nota: Paine (a): Pressão Arterial; Paine (b): Frequência cardíaca; Paine (c): Duplo produto. TFRFS: Treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo; TFT: Treinamento de força tradicional; ES: tamanho do efeito; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; PAM: pressão arterial média; FC: frequência cardíaca; DP: duplo produto; # $p < 0,05$ : diferença estatisticamente significativa entre repouso e imediatamente após o exercício (comparações intragrupo); \* $p < 0,05$ : diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Na 22ª sessão, o  $G_{TFT}$  apresentou grande ES para PAS (2,65), FC (6,25) e DP (8,41) enquanto o  $G_{TFRFS}$  apresentou classificação moderada ES apenas para DP (1,5). Na 35ª sessão, o  $G_{TFT}$  sustentou um grande ES para PAS (4,04), FC (3,68) e DP (5,07) enquanto o  $G_{TFRFS}$ , um ES moderado para FC (1,54) e DP (1,86) (Figura 1).

As comparações entre os grupos nas respostas hemodinâmicas de



forma aguda não mostraram diferença significativa nos diferentes momentos de avaliação (7<sup>a</sup>, 22<sup>a</sup>, 35<sup>a</sup> sessões) (Figura 1).

#### 4. DISCUSSÃO

Este ensaio clínico randomizado teve como objetivo comparar as respostas agudas (condições de repouso versus pós-exercício) em variáveis hemodinâmicas (FC, PA e DP) de duas abordagens de treinamento de força (TFRFS versus TFT) em PVHA. Os principais achados do estudo mostraram que tanto o TFRFS quanto o TFT são semelhantes em termos de impacto agudo na hemodinâmica, sugerindo que o TFRFS não induz uma resposta hemodinâmica injustificada. No melhor de nosso conhecimento, a inexistência de outros estudos incluindo abordagens semelhantes de treinamento com PVHA (ALVES *et al.*, 2020) dificulta a comparação entre os estudos.

A resposta hemodinâmica aguda durante uma sessão de treinamento de força é controlada pelos centros espinhais, que levam em consideração uma combinação entre as mudanças mecânicas nos músculos e tendões (isto é, mecanorreflexo) e o acúmulo de metabólitos no músculo exercitado (isto é, metaborreflexo muscular) (CRISAFULLI *et al.*, 2015). O TFRFS induz uma compressão mecânica exógena adicional dos vasos sanguíneos e uma compressão muscular endógena, que juntos exacerbam as respostas da pressão arterial e da FC durante uma sessão de treinamento TFRFS em comparação com o TFT (ROSSOW *et al.*, 2012). Os mecanismos fisiológicos subjacentes a esse fenômeno são que a oclusão vascular venosa aumenta o acúmulo de metabólitos, o que estimula os quimiorreceptores musculares a produzir e liberar catecolaminas por meio do estímulo do sistema nervoso simpático (ARAÚJO *et al.*, 2014). Além disso, outros fatores (por exemplo, volume do músculo exercitado, características do protocolo, incluindo intensidade do exercício, número de exercícios, séries e repetições, largura do manguito, pressão de compressão RFS, liberação ou manutenção da pressão do manguito durante os intervalos entre as séries) podem proporcionar maior estresse cardiovascular durante TFRFS (ARAÚJO *et al.*, 2014; PATTERSON *et al.*, 2019). Surpreendentemente, em nossos achados, o TFRFS até a falha concêntrica (significando uma grande intensidade/volume) não evocou um maior estresse hemodinâmico. É possível sugerir que a liberação do fluxo sanguíneo durante os intervalos entre as séries e exercícios provavelmente reduziu o impacto que o exercício poderia exercer nas respostas do sistema nervoso central e, conseqüentemente, na FC e PAS (ARAÚJO *et al.*, 2014). Estudos anteriores mostraram que as respostas de PA e FC induzidas pelo TFRFS e TFT são semelhantes, mesmo quando os protocolos de exercícios envolveram apenas membros inferiores (POTON; POLITO, 2016) ou ambos, membros superiores e inferiores (NETO *et al.*, 2015). Nossos resultados com PVHA estão alinhados com essas descobertas.

Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a medir o impacto do TFRFS nos perfis hemodinâmicos em PVHA. A maioria dos estudos usando

TFRFS inclui exercícios para a parte superior ou inferior do corpo dificultando a comparabilidade com a TFT (que normalmente envolve exercícios para a parte superior e inferior do corpo na mesma sessão). O protocolo por nós adotado incluiu dois exercícios para parte inferior e dois para parte superior do corpo na mesma sessão, o que se aproxima mais das rotinas diárias de treinamento de força (BUSHMAN; ACSM, 2017), e requer um maior volume muscular, impactando em adaptações hemodinâmicas agudas mais exacerbadas (ARAÚJO *et al.*, 2014; SCOTT *et al.*, 2018). Nossos resultados foram pioneiros em mostrar que o TFRFS não induziu a uma resposta hemodinâmica maior em comparação ao TFT, demonstrando que o método é seguro do ponto de vista do sistema circulatório em uma determinada população clinicamente debilitada (HUGHES *et al.*, 2017). O fato de o volume de treinamento ter sido controlado e ser semelhante em ambos os grupos ao longo do protocolo de estudo superou a limitação usual (diferentes volumes de treinamento entre os grupos de estudo) apontado em muitos estudos que analisaram o efeito agudo e crônico das intervenções de exercícios. Além disso, a distribuição aleatória dos participantes balanceada de acordo com 1RM garantiu homogeneidade entre os grupos no início do estudo, fortalecendo as comparações entre os métodos de treinamento. Esses detalhes metodológicos garantem que não houve influência das diferenças basais em termos de força e carga de treinamento (volume) nos resultados.

Embora o tamanho da amostra seja pequeno, esta é uma população muito particular (e difícil) de recrutar e manter uma intervenção controlada como fizemos. Desequilíbrio imunológico, baixa renda e exclusão social são algumas das barreiras das PVHA para a disponibilidade para participar e frequentar os treinamentos, ao lado de maior prevalência de dificuldades cognitivas ou depressão (DOS SANTOS *et al.*, 2019). Outra limitação foi o monitoramento intermitente da PA ao invés de contínuo (ou seja, repouso e pós-exercícios da sessão de treinamento). Isso pode ter comprometido o registro dos picos de pressão durante a execução do exercício, que possivelmente poderiam estar acima dos observados imediatamente após a série de exercícios (POTON; POLITO, 2016). Apesar disso, a literatura relata que a monitorização intermitente da PA pode trazer resultados mais expressivos e replicáveis para o contexto da prática clínica (NETO *et al.*, 2017).

O *American College of Sports Medicine* incentiva PVHA a realizarem TFT (2-3 vezes / semana, 1-3 séries, 8-10 repetições até 60% de 1RM) (BUSHMAN; ACSM, 2017). No entanto, a mesma instituição assume que as evidências (e seu nível) que apoiam essas recomendações são muito baixas (RIEBE *et al.*, 2018), reforçando a necessidade de verificar a melhor abordagem de treinamento de força, exercendo o benefício superior à saúde. Ambos TFRFS e TFT induzem hipertrofia muscular e promovem mudanças desejáveis na composição corporal em PVHA (ALVES *et al.*, 2020). Considerando o exposto acima, o TFRFS parece ser uma metodologia

segura de treinamento de força para PVHA mais frágeis.

## CONCLUSÃO

O TFRFS é um método seguro de treinamento de força e pode ser uma terapia complementar alternativa para PVHA. Pacientes frágeis podem ser favorecidos pelo treinamento com RFS em vez do TFT, porque é realizado em intensidades mais baixas e induz respostas hemodinâmicas agudas semelhantes. O significado clínico para a saúde das PVHA é que as práticas integrativas, como o treinamento de força, contribuem para uma menor suscetibilidade às doenças crônicas não transmissíveis. Assim, concluímos que o TFRFS pode ser considerado uma terapia complementar segura no tratamento de PVHA.

## REFERÊNCIAS

ALVES, T. C; SANTOS, A. P; ABDALLA, P. P; VENTURINI, A. C. R; ANGELOTTI, P. S; BORGES, F. G; REIS, H. D. O; BOLLELA, V. R; MOTA, J; MACHADO, D. R. L. (2020) **Resistance training with blood flow restriction: Impact on the muscle strength and body composition in people living with HIV/AIDS**. Eur J Sport Sci, v. 21. n. 3, p. 450-459, mar. 2020.

ARAÚJO, J. P; SILVA E. D; SILVA, J. C; SOUZA, T. S; LIMA, E. O; GUERRA, I; SOUSA, M. S. (2014) **The acute effect of resistance exercise with blood flow restriction with hemodynamic variables on hypertensive subjects**. J Hum Kinet, v. 43, s.n, p. 79-85, nov. 2014.

BRZYCKI, M. (1993) **Strength Testing Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue**. Journal of Physical Education, Recreation & Dance, v. 64, s.n, p. 88–90, 1993.

BUSHMAN, B; ACSM. (2017) **ACSM's Complete Guide to Fitness & Health**. 2ªed. Illinois: Human Kinetics, 2017.

CRISAFULLI, A; MARONGIU, E; OGOH, S. (2015) **Cardiovascular Reflexes Activity and Their Interaction during Exercise**. Biomed Res Int, e394183, 2015.

DOS SANTOS, W. R; PAES, P. P; DOS SANTOS, A. P; MACHADO, D. R. L; NAVARRO, A. M; FERNANDES, A. M. (2013) **Impact of progressive resistance training in Brazilian HIV patients with lipodystrophy**. Journal of AIDS and Clinical Research, v. 4, s.n, p. 204, 2013.

FARUP, J; DE PAOLI, F; BJERG, K; RIIS, S; RINGGARD, S; VISSING, K. (2015) **Blood flow restricted and traditional resistance training performed to fatigue produce equal muscle hypertrophy**. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, v. 25, s.n, p. 754–763, 2015.

FELDMAN, R. D; HUSSAIN, Y; KUYPER, L. M; MCALISTER, F. A; PADWAL, R. S;

TOBE, S. W. (2015) **Intraclass differences among antihypertensive drugs**. *Annu Rev Pharmacol Toxicol*, v. 55, s.n, p. 333-352, 2015.

GRUNDY, S. M; CLEEMAN, J. I; BAIREY MERZ, C. N. (2004) **Implications of recent clinical trials for the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III guidelines**. *Circulation*, v. 110, s.n, p. 227-239, 2004.

HUGHES, L; PATON, B; ROSENBLATT, B; GISSANE, C; PATTERSON, S. D. (2017) **Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis**. *Br J Sports Med*, v. 51, n. 13, p. 1003–1011, 2017.

JAGGERS, J. R; HAND, G. A. (2016) **Health benefits of exercise for people living with HIV: A review of the literature**. *American journal of lifestyle medicine*, v. 10, n. 3, p.184–192, jun. 2016.

SO-ARMAH, K; BENJAMIN, L. A; BLOOMFIELD, G. S; FEINSTEIN, M. J; HSUE, P; NJUGUNA, B; FREIBERG, M. S. (2020) **HIV and cardiovascular disease**. *Lancet HIV*, v. 7, n. 4, p. 279-293, abr. 2020.

KITAMURA, K; JORGENSEN, C. R; GOBEL, F. L; TAYLOR, H. L; WANG, Y. (1972) **Hemodynamic correlates of myocardial oxygen consumption during upright exercise**. *J Appl Physiol*, v. 32, n. 4, p. 516-522, abr. 1972.

LIBARDI, C. A; CHACON-MIKAHIL, M. P; CAVAGLIERI, C. R; TRICOLI, V; ROSCHEL, H; VECHIN, F. C; CONCEIÇÃO, M. S; UGRINOWITSCH, C. (2015) **Effect of concurrent training with blood flow restriction in the elderly**. *Int J Sports Med*, v. 36, n. 5, p. 395-399, mai. 2015.

LINDEGAARD, B; HANSEN, T; HVID, T; VAN HALL, G; PLOMGAARD, P; DITLEVSEN, S; GERSTOFT, J; PEDERSEN, B. K. (2008) **The effect of strength and endurance training on insulin sensitivity and fat distribution in human immunodeficiency virus-infected patients with lipodystrophy**. *J Clin Endocrinol Metab*, v. 93, n. 10, p. 3860-3869, 2008.

MADARAME, H; NAKADA, S; OHTA, T; ISHII, N. (2018) **Postexercise blood flow restriction does not enhance muscle hypertrophy induced by multiple-set high-load resistance exercise**. *Clin Physiol Funct Imaging*, v. 38, n. 3, p. 360-365, mai. 2018.

MORAN, D; EPSTEIN, Y; KEREN, G; LAOR, A; SHEREZ, J; SHAPIRO, Y. (1995) **Calculation of mean arterial pressure during exercise as a function of heart rate**. *Appl Human Sci*, v. 14, n. 6, p. 293-295, nov. 1995.

MORIGGI JR, R; MAURO, H. D; DIAS, S. C; MATOS, J. M; URTADO, M. B; CAMARÇO, N. F; NETO, I. S; NASCIMENTO, D. C; TIBANA, R. A; ASSUMPÇÃO, C. O; PRESTES, J; URTADO, C. B. (2015) **Similar hypotensive responses to resistance exercise with and without blood flow restriction**. *Biol Sport*, v. 32, n. 4, p. 289-294, nov. 2015.

NAKAJIMA, T; KURANO, M; IIDA, H; TAKANO, H; OONUMA, H; MORITA, T; MEGURO, K; SATO, Y; NAGATA, T; KAATSU, T. G. (2006) **Use and safety of KAATSU training: results of a national survey.** International Journal of KAATSU Training Research, v. 2, n. 1, p. 5–13, 2006.

NETO, G. R; NOVAES, J. S; DIAS, I; BROWN, A; VIANNA, J; CIRILO-SOUSA, M. S. (2017) **Effects of resistance training with blood flow restriction on haemodynamics: a systematic review.** Clin Physiol Funct Imaging, v. 37, n. 6, p. 567-74, nov. 2017.

NETO, G. R; SOUSA, M. S; COSTA, P. B; SALLES, B. F; NOVAES, G. S; NOVAES, J. S. (2015) **Hypotensive effects of resistance exercises with blood flow restriction.** J Strength Cond Res, v. 29, n. 4, p. 1064-1070, abr. 2015.

NOBRE, F. (2010) **VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão.** Revista Brasileira de Hipertensão, v. 17, s.n, p. 1–64, 2010.

NON, L. R; ESCOTA, G. V; POWDERLY, W. G. (2017) **HIV and its relationship to insulin resistance and lipid abnormalities.** Translational Research, v. 183, s.n, p. 41–56, 2017.

O'BRIEN, K. K; TYNAN, A. M; NIXON, S. A; GLAZIER, R. H. (2017) **Effectiveness of Progressive Resistive Exercise (PRE) in the context of HIV: systematic review and meta-analysis using the Cochrane Collaboration protocol.** BMC infectious diseases, v. 17, n. 1, p. 268, abr. 2017.

OZEMEK, C; ERLANDSON, K. M; JANKOWSKI, C. M. (2020) **Physical activity and exercise to improve cardiovascular health for adults living with HIV.** Prog Cardiovasc Dis, v. 3, n. 2, p. 178-183, abr. 2020.

PATTERSON, S. D; HUGHES, L; WARMINGTON, S; BURR, J; SCOTT, B. R; OWENS, J; ABE, T; NIELSEN, J. L; LIBARDI, C. A; LAURENTINO, G; NETO, G. R; BRANDNER, C; MARTIN-HERNANDEZ, J; LOENNEKE J. (2019) **Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety.** Front Physiol, v. 15, n. 10, p. e533, mai, 2019.

POTON, R; POLITO, M. D. (2016) **Hemodynamic response to resistance exercise with and without blood flow restriction in healthy subjects.** Clinical Physiology and Functional Imaging, v. 36, n. 3, p. 231–236, mai. 2016.

RHEA, M. R. (2004) **Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size.** J Strength Cond Res, v. 18, n. 4, p. 918-920, nov. 2004.

RIEBE, D; EHRMAN, J. K; LIGUORI, G; MAGAL, M; ACSM. (2018) **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription.** Wolters Kluwer, Netherland, 2018.

ROMANCINI, J. L. H; GUARIGLIA, D; NARDO, J. R. N; HEROLD, P; PIMENTEL, G. G. A; PUPULIN, A. R. T. (2012) **Níveis de atividade física e alterações metabólicas**

**em pessoas vivendo com HIV/AIDS.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 18, n. 6, p. 356–360, 2012.

ROSSOW, L. M; FAHS, C. A; LOENNEKE, J. P; THIEBAUD, R. S; SHERK, V. D; ABE, T; BEMBEN, M. G. (2012) **Cardiovascular and perceptual responses to blood-flow-restricted resistance exercise with differing restrictive cuffs.** Clin Physiol Funct Imaging, v. 32, n. 5, p. 331-337, set. 2017.

SANTOS, A. P. D; MACHADO, D. R. L; SCHWINGEL, A; CHODZKO-ZAJKO, W. J; ALVES, T. C; ABDALLA, P. P; VENTURINI, A. C. R; BOLLELA, V. R; NAVARRO, A. M. (2019) **Anthropometric cutoff points to identify lipodystrophy characteristics in people living with HIV/AIDS: an observational study.** Nutr Hosp, v. 36, n. 6, p. 1315-1323, dez. 2019.

SATO, Y; YOSHITOMI, A; ABE, T. (2005) **Acute growth hormone response to low-intensity KAATSU resistance exercise: comparison between arm and leg.** International Journal of KAATSU Training Research, v. 2, s.n, p. 45–50, 2005.

SCOTT, B. R; PEIFFER, J. J; THOMAS, H. J; MARSTON, K. J; HILL, K. D. (2018) **Hemodynamic responses to low-load blood flow restriction and unrestricted high-load resistance exercise in older women.** Frontiers in Physiology, v. 9, s.n, p. 1–9, out. 2018.

STANLEY, T. L; GRINSPOON, S. K. (2012) **Body composition and metabolic changes in HIV-infected patients.** Journal of Infectious Diseases, S205, p. 383–390, 2012.

TAKANO, H; MORITA, T; IIDA, H; ASADA, K; KATO, M; UNO, K; HIROSE, K; MATSUMOTO, A; TAKENAKA, K; HIRATA, Y; ETO, F; NAGAI, R; SATO, Y; NAKAJIMA, T. (2005) **Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow.** Eur J Appl Physiol, v. 95, n. 1, p. 65-73, set. 2005.

VLACHOPOULOS, C; AZNAOURIDIS, K; TERENTES-PRINTZIOS, D; IOAKEIMIDIS, N; STEFANADIS, C. (2012) **Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with brachial-ankle elasticity index: a systematic review and meta-analysis.** Hypertension, v. 60, n. 2, p. 556-562, ago. 2012.

WHISENANT, M. J; PANTON, L. B; EAST, W. B; BROEDER, C. E. (2003) **Validation of submaximal prediction equations for the 1 repetition maximum bench press test on a group of collegiate football players.** The Journal of Strength & Conditioning Research, v. 17, s.n, p. 221–227, 2003.

YARASHESKI, K. E; TEBAS, P; STANERSON, B; CLAXTON, S; MARIN, D; BAE, K; KENNEDY, M; TANTISIRIWAT, W; POWDERLY, W. G. (2001) **Resistance exercise training reduces hypertriglyceridemia in HIV-infected men treated with antiviral therapy.** J Appl Physiol (1985), v. 90, n. 1, p. 133-138, jan. 2001.

## ACUTE RESPONSES TO RESISTANCE TRAINING WITH AND WITHOUT BLOOD FLOW RESTRICTION: SAFETY OF HEMODYNAMIC PARAMETERS IN PEOPLE LIVING WITH HIV/AIDS

**ABSTRACT** - Resistance training with restricted blood flow (RTBFR) allows people living with HIV/AIDS (PLWHA) to exercise at lower intensities than traditional strength training (TRT). But the acute and chronic hemodynamic responses of PLWHA following a RTBFR protocol are unknown. The study aimed to compare acute hemodynamic responses between TRT or RTBFR in PLWHA. In this randomized clinical trial, 14 PLWHA were allocated to RTBFR ( $G_{RTBFR}$ ;  $n=7$ ) or TRT ( $G_{TRT}$ ;  $n=7$ ) groups. Both strength training protocols had 36 sessions (12 weeks, three times a week). The protocol intensity were 30% ( $G_{RTBFR}$ ) and 80% ( $G_{TRT}$ ) of 1RM. Heart rate and blood pressure were recorded acutely (rest and post-exercises at 7<sup>th</sup>, 22<sup>nd</sup> and 35<sup>th</sup> sessions) and chronically (pre and post program). General linear models were applied to determine the group\*time interaction. In the between groups comparisons, hemodynamic responses were not different ( $p > 0.05$ ), regardless of the evaluation session. It is concluded that RTBFR and TRT induced similar hemodynamic responses in PLWHA without significant risk of increased cardiovascular stress. Therefore, RTBFR presents a safe alternative to strength training for PLWHA.

**KEYWORDS:** Antiretroviral therapies; Physical exercise; Lipodystrophy.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adolescentes  
AIDS  
Alterações  
ANOVA  
Antropometria  
Avaliação

### C

Calorimetria indireta  
Calorímetro  
Carga  
Cérebro  
Comorbidades  
Composição corporal  
Consumo  
Coordenação  
Crescimento

### D

Degeneração  
Desenvolvimento  
Desmielinização  
Diabetes  
Dinamômetro  
Dinapenia  
Doença neurológica  
Duplo produto  
DXA

### E

EDSS  
Energia  
Envelhecimento  
Equilíbrio dinâmico  
Esclerose Múltipla  
Estatura  
Estresse  
Exercício físico

### F

Fadiga

Fatigabilidade  
Força  
Fragilidade  
Fraqueza  
Frequência cardíaca  
Funcional

### G

Gasto energético  
GER  
Gordura

### H

Hipertensão  
HIV

### I

Idade  
Idosos  
IMC

### L

Lipodistrofia  
Locomoção

### M

Massa corporal  
Massa gorda  
Massa magra  
Miopenia  
Mobilidade  
Muscular

### O

Obesidade

### P

Panturrilha  
performance funcional  
Peso corporal  
Plicômetro



Pressão arterial

## R

Reabilitação

## S

Sarcopenia

Saúde

Sistema imunológico

SPPB

4SST

6SST

## T

T25FW

TC6

Terapia antirretroviral

TFRFS

TFT

Treinamento

Trombose

TUG

## V

Velocidade

## SOBRE OS ORGANIZADORES

### André Pereira dos Santos, PHD

Bacharel e Licenciado em Educação Física pelo Claretiano - Centro Universitário de Batatais. Especialista em “Educação Física em fisiopatologias e populações especiais” pelo Claretiano - Centro Universitário. Especialista em “nutrição” pelo Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HC-FMRP/USP). Mestre em Ciências Médicas, área de investigação biomédica, pelo programa de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP/USP). Doutor em Ciências pelo Programa Interunidades de Doutorado em Enfermagem da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (EERP/USP) com bolsa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). *Visiting Scholar (doutorado Sanduíche)* no departamento de *Kinesiology and Community Health da University of Illinois at Urbana-Champaign* (EUA) entre os anos de 2017-2018 com bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES). Atualmente realiza o Pós-doutorado pelo Programa Nacional de Pós-doutorado da CAPES na EERP/USP - Enfermagem Fundamental. Orientador Associado no Programa Interunidades de Doutorado em Enfermagem (EE/USP - EERP/USP) e no Programa de Pós-Graduação - Educação Física e Esporte da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (EEFERP/USP). É Colíder (2019 - atual) do Grupo de Estudos e Pesquisa em Antropometria, Treinamento e Esporte (GEPEATE) EEFERP/USP e pesquisador do Núcleo de Estudos de Prevenção e Controle de Infecção nos Serviços de Saúde (NEPECISS) da EERP/USP (2018 - atual). Integra a *Human Exposome and Infectious Diseases Network* (HEID). Desenvolve pesquisa em temas como: Composição corporal, Exercício Físico, Treinamento de Força, Gasto Energético, Saúde Pública, Mudança de Comportamento, Qualidade de vida, Autoeficácia, adesão a tratamento, controle de infecção, e desenvolvimento de modelos preditivos em pessoas vivendo com HIV/Aids com e sem lipodistrofia.

## **Dalmo Roberto Lopes Machado, PhD**

Realizou Graduação (Licenciatura) em Educação Física pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1989), Especialização em Avaliação da Performance Motora pela Universidade Estadual de Londrina (1995), Mestrado em Educação Física pela Universidade de São Paulo (2004), Doutorado em Educação Física pela Universidade de São Paulo (2009), Livre-Docência na Área de Conhecimento de Medidas e Avaliação em Educação Física e Esporte pela Universidade de São Paulo (2015) e Pós-Doutorado (em andamento) na Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (2020). Atualmente é Professor Associado MS-5 (RDIDP) da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto - USP. Orientador Permanente no Programa Interunidades de Doutorado em Enfermagem (EE/USP - EERP/USP) e no Programa de Pós-Graduação - Educação Física e Esporte (EEFERP/USP). Líder do Grupo de Estudo e Pesquisa em Antropometria, Treinamento e Esporte (GEPEATE). Coordenador de Intercâmbios Internacionais em Lisboa (EEFERP/USP-FMH/UTL), Coimbra (EEFERP/USP-FCDEF/UC) e Porto (EEFERP/USP-FADE/UP). Avaliador de cursos nacionais (INEP/MEC; CEE-SP) e internacionais (A3ES). Foi Presidente da Comissão de Graduação (2013-2015) e Coordenador do Curso de Especialização em Treinamento Esportivo - bases científicas da EEFERP (2012-2013). Tem experiência em estudos dos Aspectos Biodinâmicos da Atividade Física e do Esporte e Fundamentos Teóricos e Filosóficos do Cuidar, atuando principalmente nos seguintes temas: composição corporal, exercício físico, síndrome da lipodistrofia para HIV/Aids, envelhecimento, maturação biológica, esporte com jovens e desempenho motor de crianças e adolescentes.



## **Experiências em testes e medidas do exercício físico no contexto da saúde**

[www.bookerfield.com](http://www.bookerfield.com)



[contato@bookerfield.com](mailto:contato@bookerfield.com)



[@bookerfield](https://www.instagram.com/bookerfield)



Bookerfield Editora



# **Experiências em testes e medidas do exercício físico no contexto da saúde**

[www.bookerfield.com](http://www.bookerfield.com)



[contato@bookerfield.com](mailto:contato@bookerfield.com)



[@bookerfield](https://www.instagram.com/bookerfield)



Bookerfield Editora



ISBN 978-658992950-5



9

786589

929505