

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**  
**FACULDADE DE FISIOTERAPIA**  
**MESTRADO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO E DESEMPENHO FÍSICO-**  
**FUNCIONAL**

**Vanessa Salles de Albuquerque**

**EQUAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA O TESTE DO DEGRAU DE SEIS MINUTOS  
BASEADO EM UM ESTUDO MULTICÊNTRICO BRASILEIRO**

Juiz de Fora  
2019

**Vanessa Salles de Albuquerque**

**EQUAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA O TESTE DO DEGRAU DE SEIS MINUTOS  
BASEADO EM UM ESTUDO MULTICÊNTRICO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Mestrado em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico Funcional, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial a obtenção do grau de Mestre em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico Funcional.

Orientador: Professora Doutora Carla Malaguti - UFJF  
Co-orientadora: Professora Doutora Simone Dal Corso - UNINOVE

**Juiz de Fora**  
**2019**

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração  
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Albuquerque, Vanessa Salles de.

Equação de referência para o teste do degrau de seis minutos  
baseado em um estudo multicêntrico brasileiro / Vanessa Salles de  
Albuquerque. -- 2019.

108 f. : il.

Orientadora: Carla Malaguti

Coorientadora: Simone Dal Corso

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Juiz de Fora, Faculdade de Fisioterapia. Programa de Pós  
Graduação em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico  
Funcional, 2019.

1. Avaliação. 2. Exercício. 3. Saúde. 4. Teste de esforço. I.  
Malaguti, Carla, orient. II. Dal Corso, Simone, coorient. III. Título.

**Vanessa Salles de Albuquerque**

**Equação de referência para o teste do degrau de seis minutos baseado em um estudo multicêntrico brasileiro**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Mestrado em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito a obtenção do grau de Mestre em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional

Aprovada em 29 de outubro de 2019

**BANCA EXAMINADORA**

*Carla Malaguti*

Dra. Carla Malaguti - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

*Maycon de Moura Reboredo*

Dr. Maycon de Moura Reboredo

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

*Carlos Marcondes Pastre*

Dr. Carlos Marcondes Pastre

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)

*Dedico este trabalho aos meus pais, Márcia e Vanderlei, que sempre apoiaram minhas escolhas, ao meu futuro esposo Felipe, por dividir comigo todas estas conquistas e aos meus pacientes, que me inspiram a buscar o melhor de mim.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à **Deus**, por me mostrar que tudo tem seu tempo certo e me permitir dar um passo de cada vez.

Aos meus pais, **Márcia Salles de Albuquerque e Vanderlei Alvim de Albuquerque**, por toda atenção e dedicação em minha educação e por fazer parte desse sonho desde o início e em todo seu decorrer. Pai, muito obrigada por todo auxílio, literalmente em todas as etapas desse estudo (do recrutamento incansável de voluntários até as coletas e as correções do trabalho). Se não fosse vocês, com certeza eu não teria chegado até aqui!

Ao meu futuro esposo **Felipe Almeida de Souza**, por dividir comigo não somente as angústias e as dificuldades desse momento, mas também as alegrias e todas as conquistas que temos feito nos últimos anos juntos. Obrigada meu amor, por toda força e incentivo nesse período. Nós somos melhores juntos!

Ao meu irmão **Wendell Salles de Albuquerque**, que sempre me auxiliou nos recursos matemáticos e computacionais nessa caminhada, valeu!

A minha orientadora, **Profa. Dra. Carla Malaguti**, meu exemplo de professora. Agradeço imensamente sua dedicação, empenho, carinho e profissionalismo. Pelos inúmeros ensinamentos, conselhos, exigência e “puxões de orelha”. Obrigado pela amizade construída nesses mais de 5 anos de convivência e por confiar tanto em mim, você é responsável por todo meu crescimento e amadurecimento profissional.

A minha coorientadora, **Profa. Dra. Simone Dal Corso**, pela delicadeza nas contribuições desde a formação do projeto inicial desta pesquisa, durante a qualificação, com as coletas e com as análises após os resultados do trabalho, que sem dúvida enriqueceram muito esse trabalho. Muito Muito obrigada!

Aos professores: **Simone Dal Corso** (mais uma vez), **Gerson Fonseca de Souza**, **Pedro Dal Lago**, **Anderson José** e **Graziella F. Bernardinelli Cipriano**, que mesmos distantes, abraçaram nossa ideia e não mediram esforços para o desenvolvimento desta pesquisa multicêntrica, tornando-a viável. Aos alunos de mestrado e iniciação científica: **Daniel Pereira do Amaral**, **Ana Karolyn Menezes Nogueira**, **Maria Luísa Rocha Dadalt**, **Isadora Faraco Correa** e **Fabíola Maria Ferreira da Silva** que foram linha de frente em cada centro participante desta pesquisa e dedicaram seu tempo ao desenvolvimento das coletas e me aguentaram cobrando as atualizações dos bancos de dados todos os meses do último ano. Assim como os alunos **Túlio Medina**, **Julia Borges Lopes Garcia Leal**, **Polyagna Ferreira de Carvalho** e **Rachel Naara Silva de Souza**, que nos auxiliaram e

foram suportes fundamentais na realização das coletas. Agradeço o esforço de cada um nesta jornada.

A banca composta pelos professores **Dr. Carlos Marcelo Pastre**, **Dr. Maycon de Moura Reboredo**; **Dra. Isabelle Magalhães Guedes Freitas** e **Anderson José** (mais uma vez) pelo aceite e disponibilidade, pela partilha de seus conhecimentos e por contribuírem para que esse trabalho seja lapidado.

Aos professores, **Dra. Raquel Rodrigues Britto** e **Dr. Leandro Ferracini**, pelo compartilhamento de seus conhecimentos sempre que precisei e por todas as considerações como banca de qualificação. Vocês foram peças-chave para engrandecer este trabalho.

A minha amiga e companheira de trabalho **Bruna de Souza Basílio**, minha primeira voluntária, que sempre esteve disposta a ajudar, da extensiva busca por voluntários a realização dos protocolos. Você foi fundamental pra eu conseguir chegar até aqui.

A **Prefeitura de Rio Novo**, em especial ao Secretário de Saúde **Guilherme Nogueira**, que me possibilitou dispor de tempo para presença nas aulas do mestrado e me apoiou para que eu pudesse me capacitar e trazer retorno a população.

A **Faculdade de Fisioterapia da UFJF** e a todos do **Programa de Mestrado em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico Funcional**, por me abrigar mais uma vez, realizando este sonho.

A todos os meus amigos e familiares, que compreenderam minhas ausências em diversos momentos e que ainda assim, me incentivaram a continuar caminhando atrás deste sonho. Vocês me deram forças para acreditar que isso seria possível.

A todos os voluntários desta pesquisa, que doaram seu tempo para realização das nossas avaliações em prol da pesquisa. Agradeço a todos que contribuíram e confiaram no sucesso deste projeto.

O meu muito obrigada!

*“Em algum lugar, alguma coisa incrível está esperando para ser descoberta.”*

*Carl Sagan*

## RESUMO

**Introdução:** O teste do degrau de seis minutos (TD6) tem se destacado nos últimos anos por ser um teste funcional simples que requer mínimo espaço físico e de fácil aplicabilidade na prática clínica. Já foi validado para pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica e tem sido crescente seu uso também em outras condições de saúde. No entanto, a interpretação de seus resultados é limitada devido à ausência de valores de referência que envolva uma amostra ampla e de diversas regiões do Brasil. **Objetivo:** Estabelecer uma equação de referência para estimar o número de degraus no TD6, validá-la prospectivamente e testar a reprodutibilidade do TD6 na amostra multicêntrica. **Métodos:** Trata-se de um estudo multicêntrico, transversal, com amostra de indivíduos saudáveis recrutados de seis cidades brasileiras de diferentes regiões. Foram avaliados 476 indivíduos saudáveis, subdivididos nas faixas etárias: 18-28, 29-39, 40-49, 50-59, 60-69 e 70-79 anos. Os participantes realizaram em um único dia a avaliação antropométrica, espirometria, avaliação do nível de atividade física por meio de questionário e dois TD6 de cadência livre, com degrau de 20 cm e com intervalo de 30 minutos entre eles. Após estabelecida a equação de referência, uma nova amostra de 46 indivíduos (24 mulheres) realizou o TD6 para testar a equação de previsão proposta por este estudo e comparar com a equação prévia existente. **Resultados:** A análise de regressão linear múltipla possibilitou um modelo de equação com as variáveis idade, sexo e variação da fréncia cardíaca ( $\Delta FC$ ), explicando 55% da variabilidade no TD6, o que derivou a equação: Degraus = 166,9 - idade + (0,7 ×  $\Delta FC$ ) + (20,7 × sexo). Nós mostramos a partir da análise de uma amostra *a posteriori* que o valor previsto não foi diferente do desempenho real no TD6 ( $164 \pm 24$  vs.  $167 \pm 28$  degraus respectivamente,  $p = 0,462$ ), mostrando a acurácia da equação de previsão do desempenho. A confiabilidade entre os testes foi excelente, com CCI de 0,96 (0,95-0,97,  $p < 0,001$ ). **Conclusão:** O TD6 mostrou-se altamente reprodutível e a equação proposta neste estudo mostrou-se acurada para prever o TD6 para brasileiros.

Palavras-chave: Exercício. Saúde. Teste de esforço.

## ABSTRACT

**Introduction:** The six-minute step test (6MST) has been highlighted in recent years for a simple functional test that requires minimal physical space and is easily applicable in clinical practice. It has already been validated for patients with chronic obstructive pulmonary disease and has been increasingly used in other diseases. However, an interpretation of their results is limited due to the absence of reference values involving a large sample and several regions of Brazil. **Objective:** To establish a reference equation to estimate the number of steps in the 6MST and to validate it prospectively, and to test the reproducibility of the 6MST in the multicenter sample. **Methods:** This is a multicenter cross-sectional study with a sample of healthy individuals recruited from six Brazilian cities in different regions. We evaluated 476 healthy individuals, subdivided into age groups: 18-28, 29-39, 40-49, 50-59, 60-69 and 70-79 years. The volunteers participated in only one day of following evaluations: anthropometric assessment, spirometry, levels of physical activity by a questionnaire and two free-cadence 6MST, with a 20 cm step and a 30-minute interval between them. After establishing the reference equation, a new sample of 46 individuals (24 women) performed the 6MST to test the prediction equation proposed by this study and compare it with the existing previous equation. **Results:** Multiple linear regression analysis showed an equation model with age, sex and heart rate variation ( $\Delta$ HR) as variables, explaining 55% of the variability in the 6MST, which resulted in the following equation: Steps = 166.9 - age + (0.7 ×  $\Delta$ HR) + (20.7 × sex). It was shown from *a posteriori* sample analysis that the predicted value was not different from the actual performance of the 6MST ( $164 \pm 24$  vs.  $167 \pm 28$  steps respectively,  $p = 0.462$ ), presenting the accuracy of the performance prediction equation. The reliability between the tests was excellent, with ICC of 0.96 (0.95-0.97,  $p < 0.001$ ). **Conclusion:** The 6MST was highly reproducible and the equation proposed in this study was accurate to predict the 6MST for Brazilians.

Key-words: Exercise. Health. Exercise test.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Interações entre sistemas respiratório, cardiovascular e muscular para fornecimento de energia ao corpo humano.....	16
Figura 2	- O ciclo de declínio na espiral da dispneia.....	17
Figura 3	- Teste de caminhada de seis minutos.....	23
Figura 4	- Diferentes degraus utilizados no TD6: 4A) Degrau único e 4B) degrau hidráulico ou "stepper".....	27
Figura 5	- Altura trocantérica.....	41
Figura 6	- Perímetro da coxa.....	41
Figura 7	- Perímetro da panturrilha.....	41
Figura 8	- Fluxograma de composição da amostra.....	47
Figura 9	- Diagrama de caixas do desempenho no melhor TD6 × faixas etárias..	49
Figura 10	- Desempenho no melhor TD6 entre os sexos.....	49
Figura 11	- Concordância no número de degraus entre o TD6-1 e TD6-2 pela análise de Bland-Altman. A linha continua é referente à média das diferenças entre os testes e as linhas pontilhadas correspondem ao intervalo de confiança de 95%.....	51
Figura 12	- Concordância no número de degraus realizados pela amostra multicêntrica e o previsto por Arcuri <i>et al.</i> (Equação 1) pela análise de Bland-Altman. A linha continua é referente à média das diferenças entre os testes e as linhas pontilhadas correspondem ao intervalo de confiança de 95%.....	53
Figura 13A	- Concordância no número de degraus previsto pela equação multicêntrica e o realizado pela amostra <i>a posteriori</i> através da análise de Bland-Altman. A linha continua é referente à média das diferenças entre os testes e as linhas pontilhadas correspondem ao intervalo de confiança de 95%.....	56
Figura 13B	- Concordância no número de degraus previsto por Arcuri <i>et al.</i> e o realizado pela amostra <i>a posteriori</i> através da análise de Bland-Altman. A linha continua é referente à média das diferenças entre os testes e as linhas pontilhadas correspondem ao intervalo de confiança de 95%.....	56

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1	- Equações de referência para o TC6 de Britto <i>et al.</i> (2013).....	25
Quadro 2	- Resumo dos artigos que utilizaram o TD6.....	30
Quadro 3	- Equações de referência para o TD6 de Arcuri <i>et al.</i> (2016).....	34
Quadro 4	- Equações para cálculo de EPM e DMD.....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Caracterização da amostra total.....	48
Tabela 2	- Confiabilidade entre as variáveis iniciais do TD6-1 e TD6-2.....	50
Tabela 3	- Correlação entre a variável de desfecho (total de degraus) no TD6-M com as variáveis independentes.....	52
Tabela 4	- Comparação entre o número de degraus alcançados no TD6-M × o previsto pela equação de Arcuri <i>et al.</i> , 2016.....	53
Tabela 5	- Variáveis preditoras do número total de degraus obtidas a partir da análise de regressão múltipla (stepwise).....	54
Tabela 6	- Caracterização da amostra <i>a posteriori</i> .....	55
Tabela 7	- Comparação entre o número de degraus alcançados no TD6 da amostra <i>a posteriori</i> × o previsto pela equação de Arcuri <i>et al.</i> (2016) e o modelo de previsão da amostra multicêntrica.....	56
Tabela 1.1	- Caracterização da amostra do centro de Juiz de Fora (MG).....	81
Tabela 1.2	- Caracterização da amostra do centro de São Paulo (SP).....	82
Tabela 1.3	- Caracterização da amostra do centro de Natal (RN).....	83
Tabela 1.4	- Caracterização da amostra do centro de Porto Alegre (RS).....	84
Tabela 1.5	- Caracterização da amostra do centro de Belém (PA).....	85
Tabela 1.6	- Caracterização da amostra do centro de Brasília (DF).....	86

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

$\Delta FC$	Delta da frequência cardíaca
AVE	Acidente vascular encefálico
ATS	<i>American Thoracic Society</i>
cm	Centímetros
CELAFISCS	Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul
$C_{abd}$	Circunferência abdominal
CCI	Coeficiente de correlação intraclasse
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
CMID	Comprimento do membro inferior direito
DMD	Diferença mínima detectável
DF	Distrito Federal
DPI	Doença pulmonar intersticial
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
EPM	Erro padrão da medida
FC	Frequência cardíaca
IMC	Índice de massa corporal
IPAQ	Questionário internacional de atividade física
ISAK	Sociedade internacional para o avanço da Kinantropometria
Kg	Quilograma
$Kg/m^2$	Quilograma por metro quadrado
MMSS	Membros superiores
$m^2$	Metro ao quadrado
MG	Minas Gerais
OMS	Organização Mundial da Saúde
$O_2$	Oxigênio
PA	Pará
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
$P_{coxa}$	Perímetro da coxa
$P_{pant}$	Perímetro da panturrilha
Prev	Previsto
$R^2$	Coeficiente de determinação
RS	Rio Grande do Sul

RN	Rio Grande do Norte
SP	São Paulo
SpO <sub>2</sub>	Saturação de pulso de oxigênio
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
TC6	Teste de caminhada de 6 minutos
TECP	Teste de exercício cardiopulmonar
TD	Teste do degrau
TD6	Teste do degrau de seis minutos
TD6-1	Primeiro teste do degrau de seis minutos
TD6-2	Segundo teste do degrau de seis minutos
VEF <sub>1</sub>	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxigênio
VO <sub>2</sub> pico	Pico do consumo de oxigênio
VO <sub>2</sub> máx	Consumo máximo de oxigênio

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>CONTEXTUALIZAÇÃO.....</b>	16
1.1	CAPACIDADE FUNCIONAL: DEFINIÇÃO E CONSIDERAÇÕES.....	16
1.2	AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE FUNCIONAL.....	18
1.2.1	<b>Teste de exercício cardiopulmonar.....</b>	19
1.2.2	<b>Testes clínicos de campo.....</b>	21
1.2.2.1	<i>Teste de caminhada de 6 minutos.....</i>	22
1.2.2.2	<i>Teste do degrau.....</i>	25
1.3	IMPORTÂNCIA DE SE ESTABELECER VALORES DE REFERÊNCIA.....	35
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	36
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	37
3.1	OBJETIVO PRINCIPAL.....	37
3.2	OBJETIVOS SECUNDÁRIOS.....	37
<b>4</b>	<b>MÉTODOS.....</b>	38
4.1	DESENHO DO ESTUDO.....	38
4.2	SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES.....	38
4.3	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	38
4.4	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	39
4.5	CÁLCULO AMOSTRAL.....	39
4.6	ORIENTAÇÕES AO VOLUNTÁRIO.....	39
4.7	PROCEDIMENTOS.....	39
4.7.1	<b>Avaliação antropométrica.....</b>	40
4.7.2	<b>Espirometria.....</b>	42
4.7.3	<b>Avaliação do nível de atividade física.....</b>	42
4.7.4	<b>Teste do degrau de 6 minutos.....</b>	42
4.8	CONTROLE DE QUALIDADE DAS COLETAS MULTICÊNTRICAS.....	44
4.9	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	45
<b>5</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	47
5.1	REPRODUTIBILIDADE.....	50
5.2	CORRELAÇÕES.....	51
5.3	DESEMPENHO DA AMOSTRA MULTICÊNTRICA × PREDITO POR ARCURI <i>et al.</i> .....	52

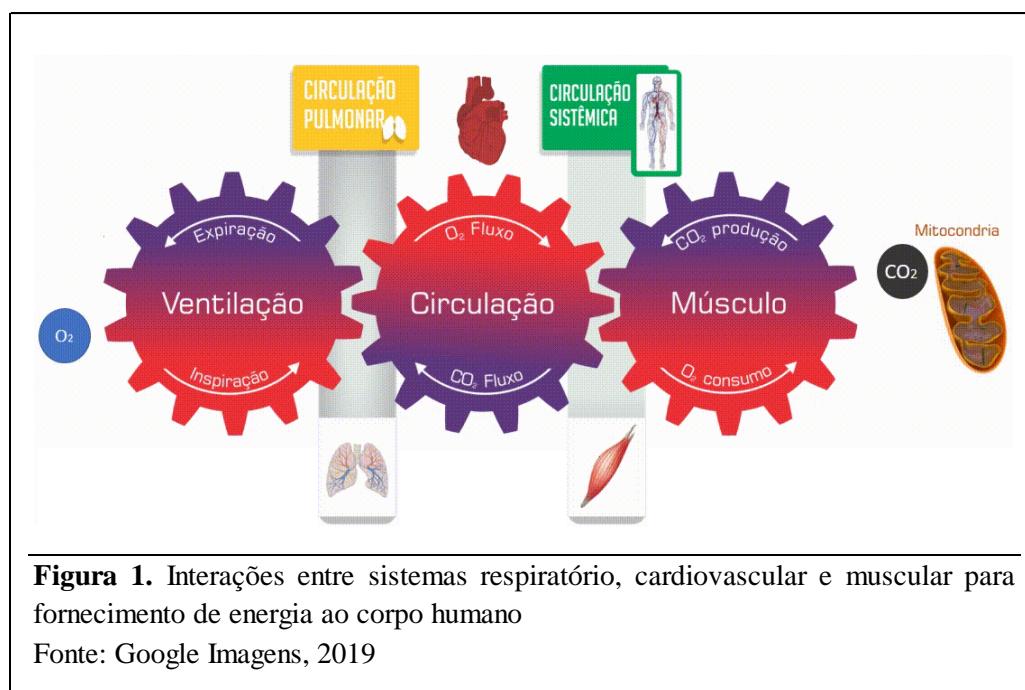
5.4	MODELOS DE PREVISÃO DA AMOSTRA MULTICÊNTRICA.....	54
5.5	VALIDAÇÃO A POSTERIORI E ANÁLISE DAS EQUAÇÕES.....	54
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>61</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>62</b>
	<b>APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido.....</b>	<b>70</b>
	<b>APÊNDICE B – Roteiro para caracterização dos sujeitos.....</b>	<b>72</b>
	<b>APÊNDICE C – Instruções para o TD6.....</b>	<b>73</b>
	<b>APÊNDICE D – Roteiro para registro dos dados do TD6.....</b>	<b>74</b>
	<b>APÊNDICE E – Termo de acordo para projeto multicêntrico.....</b>	<b>75</b>
	<b>APÊNDICE F – Características basais da amostra de cada centro participante.....</b>	<b>81</b>
	<b>APÊNDICE G – Publicações sobre o TD6 pelos autores.....</b>	<b>87</b>
	<b>ANEXO A – Declaração de infraestrutura e concordância.....</b>	<b>98</b>
	<b>ANEXO B – Carta de anuênciia dos coparticipantes.....</b>	<b>99</b>
	<b>ANEXO C – Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ).....</b>	<b>104</b>
	<b>ANEXO D – Escala de BORG modificada.....</b>	<b>107</b>

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

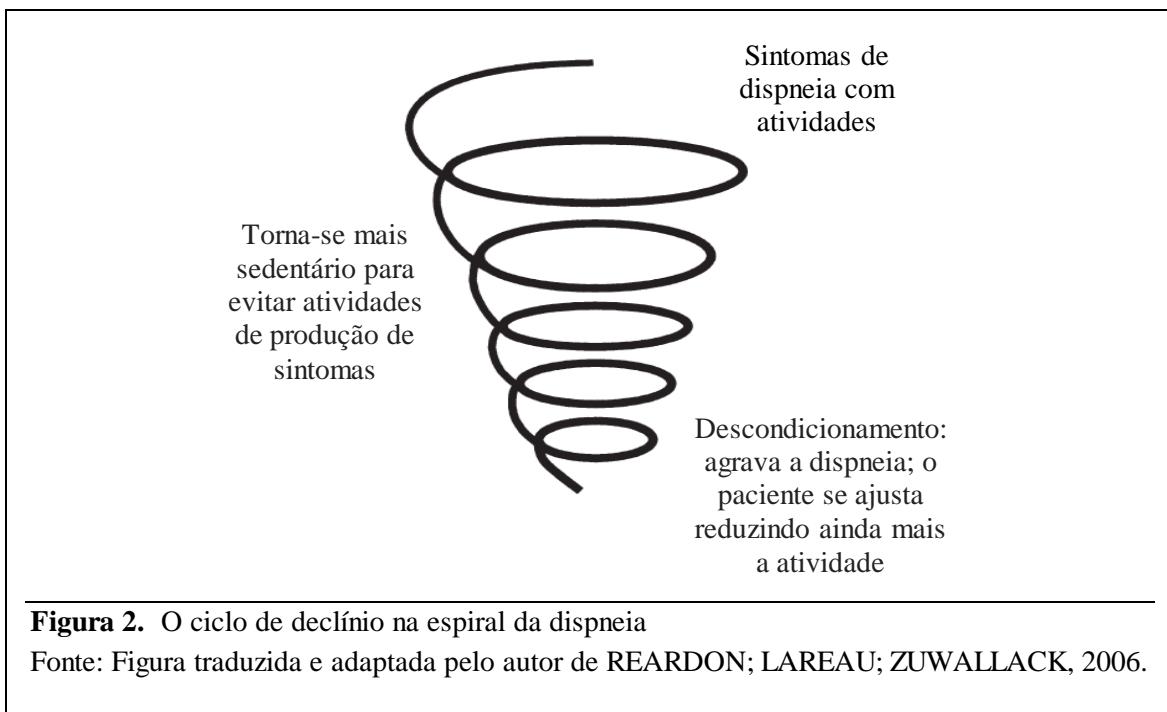
### 1.1 CAPACIDADE FUNCIONAL: DEFINIÇÃO E CONSIDERAÇÕES

A capacidade funcional relacionada ao exercício é definida como a habilidade física e mental para desempenhar atividades cotidianas sem limitações e manter uma vida independente e autônoma (ÁVILA-FUNES; GRAY-DONALD; PAYETTE, 2006). Com o envelhecimento, sabe-se que sua condição diminui e que seu declínio está fortemente associada a doenças crônicas, no entanto, também é influenciada por fatores demográficos, socioeconômicos, ambientais, culturais e psicossociais (GAULT et al., 2013; ROSA et al., 2003).

A determinação da capacidade funcional envolve o entendimento e a integração de três grandes engrenagens do corpo humano, sendo elas os sistemas respiratório, cardiovascular e muscular, somada as respostas metabólicas dessa interação, uma vez que a realização de qualquer trabalho físico está associado a extração e o fornecimento de energia pelo corpo humano (NEDER; NERY, 2003a), representado pela Figura 1. Assim, qualquer desequilíbrio nesta interação, seja ela por afecções acometidas em qualquer um destes sistemas, pode levar a diminuição da capacidade funcional do indivíduo, dificultando ou até mesmo impossibilitando o desempenho de atividades ou tarefas básicas da vida cotidiana, como caminhar, trocar de roupa, tomar banho, dentre outras tarefas (BELARDINELLI et al., 1999; BUFORD et al., 2014; SHEPHARD, 2009).



Sabe-se hoje, que nas diversas doenças crônicas cardiovasculares e respiratórias, a intolerância à atividade física não necessariamente está relacionada a doença de base e sim as alterações estruturais, funcionais e metabólicas dos sistemas musculoesquelético, respiratório e cardiovascular (ANNEGARN et al., 2012; JOYNER, 2004; WOUTERS, 2005). Essas condições levam a abstenção da realização de atividades que induzem os sintomas da doença de base, como dispneia e fadiga, e isto contribui para o descondicionamento físico progressivo gerando um espiral vicioso, fato este que contribui significativamente para a redução da capacidade funcional (Figura 2) (PITTA et al., 2005; POLKEY; MOXHAM, 2006; REARDON; LAREAU; ZUWALLACK, 2006).



Dessa maneira, comprehende-se que a redução da capacidade funcional está diretamente ligada a deterioração da qualidade de vida da população e ao aumento da morbimortalidade, principalmente naqueles acometidos por doenças crônicas (BELARDINELLI et al., 2012; CELLI et al., 2004; PIERCY et al., 2018).

Sabendo que intervenções por meio do treinamento físico são capazes de aumentar o desempenho cardiorrespiratório e a capacidade funcional; e que assim é possível reduzir os riscos e agravos de muitas doenças crônicas (CADORE; IZQUIERDO, 2015; PASANEN et al., 2017; PIERCY et al., 2018), é notória a importância de avaliar e mensurar a capacidade funcional do indivíduo, assim como acompanhar seu processo de mudança, principalmente

em indivíduos acometidos por doenças que sabidamente afetam o desempenho funcional (BELARDINELLI et al., 2012).

## 1.2 AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE FUNCIONAL

Existem diversas maneiras para avaliar e mensurar a capacidade funcional de um indivíduo, seja pela mensuração direta do consumo máximo de oxigênio ( $\text{VO}_2\text{máx}$ ) durante o exercício aeróbio, quanto pelo desempenho do indivíduo em uma determinada tarefa proposta (BERNARD et al., 2014; NOONAN; DEAN, 2000; PALANGE et al., 2007). O avaliador deverá escolher aquela que melhor atende ao condicionamento do indivíduo que está sendo testado, da finalidade do teste, das variáveis que se pretende avaliar, do ambiente de realização, além dos recursos materiais e profissionais disponíveis para este fim (NOONAN; DEAN, 2000; PALANGE et al., 2007; POWERS; HOWLEY, 2014).

Os testes de avaliação da capacidade funcional relacionada ao exercício podem ser classificados de acordo com diversos parâmetros, como: intensidade do exercício, ritmo, forma como é limitado e local de realização.

De acordo com a intensidade, os testes podem ser classificados em máximos e submáximos. Os testes máximos são caracterizados pelo aumento progressivo da carga e por levar o indivíduo ao seu maior nível de metabolismo, com a frequência cardíaca (FC) acima de 85% da FC máxima predita (220 - idade) (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2018). Quando realizado junto com a análise simultânea dos gases expirados, apresenta o resultado direto do  $\text{VO}_2\text{máx}$  durante o exercício e deve ser denominado teste de exercício cardiopulmonar (ARAÚJO, 2000). Neste sentido, são mais fidedignos para detectar os fatores limitantes do exercício. Os testes submáximos são também definidos como testes de desempenho e podem prever o  $\text{VO}_2\text{máx}$ . São aqueles em que uma carga, correspondente a uma porcentagem da carga máxima é mantida ao longo do teste. Nesse teste, a FC permanece abaixo de 85% da FC máxima predita (DA COSTA et al., 2014) e são mais sensíveis para detectar mudanças no desempenho após uma intervenção, além de ser mais representativos das atividades de vida diária (NOONAN; DEAN, 2000; PALANGE et al., 2007).

Quanto ao ritmo dos testes, podem ser considerados como autocadenciados ou cadenciados. Nos testes autocadenciados, o próprio indivíduo controla seu ritmo e este varia de acordo com sua motivação, enquanto nos testes cadenciados, o ritmo é controlado externamente e imposto por um sinal sonoro, por aumento da velocidade ou altura de um ergômetro (BRITTO et al., 2013; CAMARGO et al., 2013; DAL CORSO et al., 2007; JOSÉ;

DAL CORSO, 2016; JURGENSEN et al., 2011). A vantagem do teste autocadenciado é que este teste é mais confortável para quem realiza, no entanto, a desvantagem é que o mesmo pode sofrer variações de desempenho por influencias da motivação do indivíduo (GUYATT et al., 1984; MARRARA et al., 2012).

Os testes também podem ser classificados pela maneira como são limitados, seja por sintomas ou por tempo. Nos testes limitados a sintomas, situações em que o indivíduo apresenta dispneia, dor nos membros inferiores, dor torácica, tontura, fadiga geral, ou qualquer outro sintoma que incapacita a continuação do exercício, o mesmo é interrompido pela magnitude dos sintomas. Os testes limitados a tempo apresentam duração pré-determinada para sua finalização (NEDER; NERY, 2002).

Por fim, de acordo com o local de realização, os testes são denominados como testes de laboratórios ou testes de campo. Os testes de laboratório são testes que exigem uma complexidade maior, como calibração dos equipamentos, controle do ambiente em temperatura, umidade estável, sem ruídos e influencias visuais, como no teste de exercício cardiopulmonar. E embora são referenciados como padrão-ouro na avaliação da capacidade física, as condições laboratoriais não permitem considerá-lo como atividade funcional. Enquanto os testes de campo são testes clínicos, que utilizam atividades funcionais, como andar, correr e subir degraus, que podem ser realizados com maior facilidade em ambientes diversificados, facilitando a prática diária em consultórios, hospitais, clínicas e domicílio (NEDER; NERY, 2002; NOONAN; DEAN, 2000).

### **1.2.1 Teste de exercício cardiopulmonar (TECP)**

O TECP consiste em submeter um indivíduo a um exercício de intensidade gradativamente crescente até a exaustão ou surgimento de sintomas e/ou sinais limitantes. Portanto, é classificado como um teste máximo, cadenciado e limitado por sintomas. É considerado padrão-ouro para a avaliação da tolerância ao exercício e avalia a medida direta do consumo de oxigênio ( $\text{VO}_2$ ), variável importante na quantificação funcional (HERDY et al., 2016; NEDER; NERY, 2002).

Estes testes são os que melhor representam as causas da limitação do exercício, e portanto, são os mais adequados para indicar a intensidade do treinamento em programas de reabilitação (NEDER; NERY, 2003b; PALANGE et al., 2007; TURNER et al., 2004), isto porque durante o exercício proposto pelo teste ocorrem complexos ajustes fisiológicos nos principais sistemas de captação e transporte dos gases (sistema respiratório e cardiovascular) e

as avaliações dessas respostas metabólicas, ventilatórias, cardiovasculares e subjetivas (sintomas) durante o exercício são fundamentais para definir o nível de capacidade funcional de cada indivíduo e a avaliação de diagnósticos e prognósticos (NEDER; NERY, 2003a).

Diferentes ergômetros podem ser utilizados para realização do TECP. A esteira e a bicicleta ergométrica são os mais utilizados, no entanto, outros ergômetros como aqueles para membros superiores (MMSS) e escada ergométrica (degrau) também possam ser utilizados. O melhor ergômetro será aquele que o indivíduo a ser testado se sentir mais seguro e confortável, além de ser o que o investigador esteja familiarizado com as respostas esperadas (MENEGHELO et al., 2010; NEDER; NERY, 2003b). Durante a avaliação, habitualmente são obtidos o eletrocardiograma, a FC e a pressão arterial sistêmica, a estimativa não invasiva da saturação de pulso de oxigênio ( $\text{SpO}_2$ ) e as respostas subjetivas de esforço, além das variáveis ventilatórias e de trocas gasosas (NEDER; NERY, 2003b). Para determinação deste último é necessário um equipamento específico, de alto custo, que realiza a análise dos gases expirados durante o teste (NEDER; NERY, 2003b). Durante sua aplicação, o  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  vai ser definido pelo platô do  $\text{VO}_2$  mesmo após incrementos na carga de trabalho. Quando um teste máximo é realizado, mas os critérios para  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  não são cumpridos, o máximo  $\text{VO}_2$  alcançado é denominado pico do consumo de oxigênio ( $\text{VO}_{2\text{pico}}$ ) (HERDY et al., 2016).

Apesar de ser considerado padrão ouro para avaliação da capacidade funcional, o TECP é um teste que exige cuidados de segurança específicos, devido aos possíveis riscos cardiovasculares associados ao teste. Por exigir esforço máximo do indivíduo e por ser limitado a sintomas, este teste necessita ser realizado em ambiente controlado e específico, presença de um profissional médico responsável e outro profissional altamente capacitado auxiliar, desfibrilador, conhecimento de quando realizar, contra indicar e interromper o teste e capacidade de lidar com situações de emergência (GUIMARÃES; STEIN; VILAS-BOAS, 2003; MENEGHELO et al., 2010; NEDER; NERY, 2002). O risco de eventos cardíacos durante um teste de esforço é baixo em indivíduos saudáveis, mas aumenta à medida que aumentam os fatores de risco para doenças arteriais coronarianas, como hipertensão arterial, diabetes mellitus, sedentarismo, tabagismo, dentre outros (POWERS; HOWLEY, 2014; STUART; ELLESTAD, 1980).

Portanto, por ser um procedimento que depende da complexidade dos equipamentos com alto custo operacional, necessidade de profissionais altamente treinados e ambiente específico para sua realização, torna-se limitada a aplicabilidade do teste na prática clínica.

### **1.2.2 Testes clínicos de campo**

Os testes de campo apresentam grande vantagem em aliar baixo custo, pouco equipamento e facilidade operacional (NEDER; NERY, 2002). São fundamentais para avaliação da capacidade funcional pelo desempenho em atividades de vida diária e constituem marcadores essenciais na avaliação do estado funcional do indivíduo.

Os testes de campo são comumente realizados por fisioterapeutas, não apresentam a obrigatoriedade de um médico responsável durante a avaliação, é mais cômodo para o indivíduo que realiza, apresenta menores riscos de efeitos adversos e apresenta um resultado indireto do VO<sub>2</sub>máx (POWERS; HOWLEY, 2014). São amplamente utilizados em indivíduos saudáveis, mas também em diversas doenças crônicas, acompanhando a evolução natural da doença, determinando prognóstico e resposta a intervenções, além de predizer fatores de morbimortalidade nesta população (BITTNER et al., 1993; BUI et al., 2017; MARRARA et al., 2012; PALANGE et al., 2007; PESSOA et al., 2014).

Existem diversos testes de campo para avaliação da capacidade funcional e em sua totalidade utilizam atividades cotidianas como andar, correr, subir e descer degraus, dentre outras tarefas para avaliar o desempenho do indivíduo nas atividades diárias (BUI et al., 2017). A escolha do teste ideal deve considerar o condicionamento do indivíduo que irá realizá-lo, suas limitações funcionais e deficiências, a finalidade do teste, além das instalações, equipamentos e pessoal disponível para realização do teste, afim de não subestimar ou superestimar a capacidade funcional do avaliado (NOONAN; DEAN, 2000).

Embora muitos autores acreditem que a determinação do VO<sub>2</sub>máx seja mais adequada para avaliação da função do sistema cardiorrespiratório (NEDER; NERY, 2002), outros autores acreditam que a monitorização de outras variáveis mais simples de serem detectadas em avaliações cotidianas, como a FC e a pressão arterial, proporciona um indicador mais sensível de mudanças na capacidade de exercício (HOWLEY, 2007). Apesar dos testes de campo não avaliarem o VO<sub>2</sub>máx, alguns testes apresentam equações para predizer o VO<sub>2</sub>máx do indivíduo, sendo assim, por meio de uma série de procedimentos padronizados e das avaliações de FC e/ou desempenho do indivíduo, é possível estimar o VO<sub>2</sub>máx por testes simples realizados na prática clínica (ARAÚJO, 2000). Contudo, os testes de campo devem ser complementares aos testes de laboratório, não sendo estes intercambiáveis. Para uma avaliação funcional completa, ambos os testes de campo e laboratorial são desejáveis.

As interpretações diante do treinamento físico mostram que a medida em que se aumenta o condicionamento, aumenta-se o VO<sub>2</sub>máx. Ou ainda, quando o indivíduo diminui o

tempo de realização do teste, aumenta o número de voltas ou de degraus alcançados num determinado tempo, significa que ele melhorou sua aptidão cardiorrespiratória (NOONAN; DEAN, 2000). Dessa forma, os testes de campo, de baixo custo, podem ser uma alternativa viável para a avaliação cardiorrespiratória. No próximo tópico serão discutidos os testes funcionais mais utilizados: teste de caminhada de seis minutos e o teste do degrau.

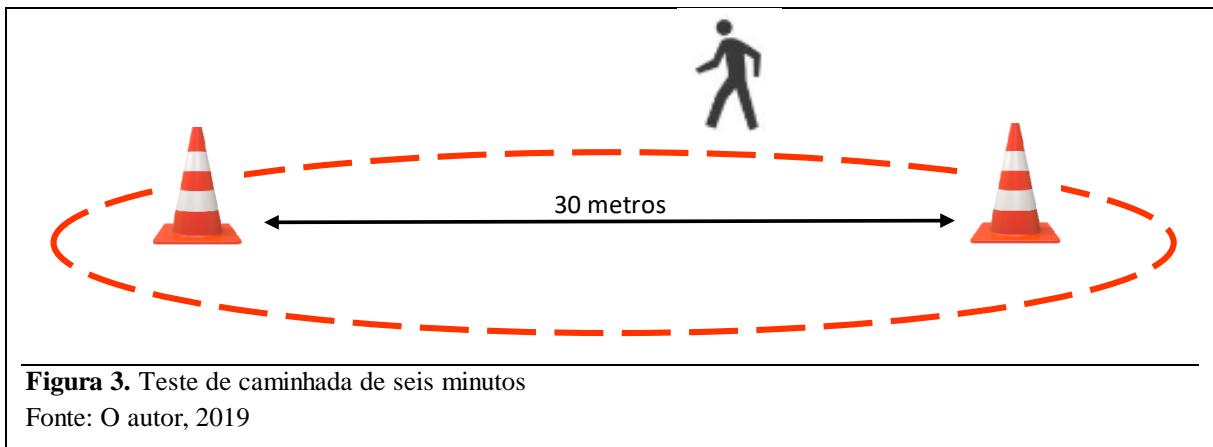
#### *1.2.2.1 Teste de caminhada de 6 minutos (TC6)*

Os testes de caminhada são utilizados para avaliar a capacidade funcional desde a década de 60 (BALKE, 1963; COOPER, 1968; ENRIGHT, 2003). Com o intuito de predizer o VO<sub>2</sub>máx, o teste de corrida de Cooper foi bastante difundido e consistia em um protocolo de corrida de 12 minutos para jovens saudáveis (COOPER, 1968). Posteriormente, este mesmo protocolo foi proposto para indivíduos com limitações respiratórias, apontando a possibilidade de utilizar um instrumento simples para avaliar as incapacidades de pacientes com bronquite crônica (MCGAVIN; GUPTA; MCHARDY, 1976). No entanto, algumas dificuldades na aplicação do protocolo em indivíduos com um grau maior de limitações funcionais levaram ao questionamento sobre a possibilidade e aplicabilidade de testes com menor duração. Nesse intuito, Butland *et al.* correlacionaram três diferentes durações de testes de caminhada, sendo elas dois, seis e doze minutos; e demonstraram que as velocidades entre o teste de seis e o de doze minutos apresentavam alta correlação (BUTLAND et al., 1982). A partir daí, por ser fácil de administrar, melhor tolerado e mais representativo das atividades de vida diárias do que os demais testes de caminhada propostos na literatura, o TC6 configurou-se no teste de campo mais popular e utilizado em âmbito clínico e científico (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 2002; SOLWAY et al., 2001).

O TC6, portanto, é classificado como um teste auto cadenciado e submáximo, que pode ser utilizado na avaliação da capacidade funcional, para verificar a efetividade de uma intervenção, avaliação da dessaturação de oxigênio induzida pelo esforço ou ainda como preditor de morbidade e mortalidade em diferentes populações (BITTNER et al., 1993; BRITTO; SOUZA, 2006; CAHALIN et al., 1996; HOLLAND; SPRUIT; SINGH, 2015; SINGH et al., 2014; SOLWAY et al., 2001; TROOSTERS et al., 2002).

Para a aplicação do teste são necessários: cronômetro, cones para delimitação do circuito, esfigmomanômetro, estetoscópio; oxímetro de pulso e um corredor com comprimento mínimo de 30 metros e que seja livre de circulação de pessoas (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 2002). Antes de iniciar o teste deverão ser avaliados a pressão

arterial, SpO<sub>2</sub>, FC e nível de dispneia e fadiga pela escala de percepção de sintomas (BORG, 1982, 1990; STEELE, 1996). O protocolo consiste em caminhar pelo corredor demarcado pelos cones o mais rápido que o indivíduo conseguir sem correr, para atingir a maior distância possível ao longo de seis minutos (HOLLAND; SPRUIT; SINGH, 2015) (Figura 3).



A American Thoracic Society (ATS) recomenda que antes da realização do teste seja realizada instruções padronizadas para os participantes, como descrito abaixo:

*“O objetivo deste teste é caminhar o mais longe possível por 6 minutos. Você vai andar de um lado para o outro neste corredor. Seis minutos é muito tempo para caminhar, então você estará se esforçando. Você provavelmente ficará sem fôlego ou ficará exausto. Você tem permissão para diminuir a velocidade, parar e descansar, conforme necessário. Você pode encostar-se à parede enquanto descansa, mas retome a caminhada assim que puder. Você estará andando de um lado para o outro pelos cones. Você deve girar rapidamente em torno dos cones e continuar de volta para o outro lado, sem hesitar. Agora eu vou te mostrar. Por favor, observe como eu me viro sem hesitação (Demonstre andando uma volta por si mesmo. Ande e gire em torno de um cone rapidamente). Lembre-se de que o objetivo é caminhar o mais longe possível por 6 minutos, mas não corra” (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 2002).*

Durante a realização dos testes, os participantes recebem estímulos verbais a cada minuto, por meio de frases padronizadas, como: "Você está indo bem, continue assim, faltam cinco minutos"; "Mantenha o bom trabalho, faltam quatro minutos"; "Você está indo bem, continue assim, já completou a metade"; "Mantenha o bom trabalho, faltam apenas dois

minutos”; “Você está indo bem, continue assim, falta apenas 1 minuto” (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 2002).

De acordo com o protocolo proposto pela ATS, o avaliador não pode caminhar junto com ao indivíduo. Porém, as recomendações brasileiras sugerem que nos casos em que torna-se necessário o auxílio para carregar equipamentos, como um cilindro de oxigênio ( $O_2$ ) por exemplo, ou em casos de déficit de equilíbrio ou fragilidade o avaliador caminhe atrás do sujeito (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 2002; BRITTO; SOUZA, 2006). O teste deve ser realizado duas vezes, para eliminar o efeito aprendizado e assegurar a reprodutibilidade do procedimento (BRITTO; SOUZA, 2006; STEELE, 1996). Ao final do tempo, a distância em metros é registrada e será comparada com a distância predita.

Atualmente, existem diversas equações preditivas propostas para a população brasileira. Iwama *et al.* propuseram uma equação que leva em conta fatores antropométricos e demográficos testada em 61 indivíduos com idade acima de 13 anos (IWAMA et al., 2009). Soares e Pereira desenvolveram uma equação preditiva em indivíduos saudáveis, incluindo 66 indivíduos com 20 anos de idade (SOARES; PEREIRA, 2011). Dourado *et al.* propuseram duas equações de referência diferentes para o cálculo da distância prevista no TC6, que incluiu 98 indivíduos com idade entre 40 e 60 anos, sendo uma delas considerando o teste de força de preensão manual e a outra equação considerando somente o sexo (DOURADO; VIDOTTO; GUERRA, 2011). Em 2013, Britto *et al.*, por meio de uma amostra multicêntrica, incluíram 617 indivíduos saudáveis, variando de 27 a 68 anos e propuseram duas equações: a primeira levando em conta o sexo, a idade e o índice de massa corporal (IMC); e a segunda considerando sexo, idade, altura e FC (BRITTO et al., 2013).

Diante de diversas equações com características de amostras distintas, recentemente um novo estudo analisou criticamente e comparou essas seis equações preditivas para determinar qual poderia ser a mais apropriada para a população brasileira e concluíram que das seis equações testadas, as equações preditiva propostas por Britto *et al.*, fornecem os resultados que mais aproxima a previsão do valor real, sendo diferenciadas das outras equações por incorporar variáveis demográficas físicas e culturais, uma vez que a amostra multicêntrica comprehende indivíduos de vários estados brasileiros (NEGREIROS et al., 2017). Neste estudo, dentre as duas equações propostas por Britto *et al.*, a que mais se aproximou do valor real obtido pelos indivíduos foi a que levou em consideração as variáveis idade, sexo e IMC. No entanto, Britto *et al.* (2013) afirmam que a segunda equação deve ser escolhida quando se tem disponível o delta da frequência cardíaca ( $\Delta FC$ ), por explicar 62% da variância do desempenho no teste (BRITTO et al., 2013).

Portanto, após a realização do teste, a distância percorrida em metros deve ser comparada com o predito por meio das equações para a população brasileira, apresentadas no Quadro 1:

$$\text{DTC6pred} = 890.46 - (6,11 \times \text{idade}) + (0,0345 \times \text{idade}^2) + (48,87 \times \text{sexo}) - (4,87 \times \text{IMC})$$

(onde, sexo masculino = 1 e feminino = 0)

$$\text{DTC6pred} = 356.658 - (2,303 \times \text{idade}) + (36,648 \times \text{sexo}) + (1,704 \times \text{altura}) + (1,365 \times \Delta\text{FC})$$

(onde, sexo masculino = 1 e feminino = 0)

**Quadro 1.** Equações de referência para o TC6 de Britto et al. (2013)

Definição das abreviaturas: DTC6pred: distância prevista no teste de caminhada de seis minutos; IMC: índice de massa corpórea; ΔFC: frequência cardíaca final menos a inicial.

Apesar de suas enormes vantagens, incluindo o fato de ser um teste de fácil aplicabilidade, ter baixo custo para realização (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 2002; BRITTO; SOUZA, 2006), apresentar valores de referência bem definidos para a nossa população brasileira (BRITTO et al., 2013), utilizar poucos equipamentos, ser padronizado pela ATS (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 2002) e ser atualmente o teste de escolha para avaliar a dessaturação induzida pelo exercício (SINGH et al., 2014), o TC6 apresenta algumas limitações, como: a necessidade de espaço (corredor de no mínimo 30 metros); a dificuldade de avaliar pacientes em uso de O<sub>2</sub> suplementar, quando este portam cilindros de O<sub>2</sub> ao invés de O<sub>2</sub> líquido portátil; além da necessidade de acompanhante durante a caminhada de pacientes frágeis ou graves, o que pode influenciar o real desempenho nesse teste. Adicionalmente, o TC6 avalia apenas um domínio da atividade de vida diária que é o caminhar e, portanto, deve-se lembrar que a escolha do teste de campo deve considerar o condicionamento do indivíduo que irá realizá-lo, suas limitações funcionais e deficiências que podem não condizer com o avaliado pelo teste (ANNEGARN et al., 2012; NOONAN; DEAN, 2000).

#### 1.2.2.2 Teste do degrau (TD)

O teste do degrau vem sendo realizado para avaliação da capacidade física e funcional de indivíduos saudáveis e com doenças respiratórias desde a década de 20. O primeiro protocolo do TD, chamado de *The Master two-step test*, surgiu em 1929 e consistia em subir e descer uma plataforma com dois degraus, com 32 centímetros (cm) de altura cada. O objetivo

consistia em avaliar indivíduos saudáveis, com uma atividade similar à do cotidiano e de fácil aplicação em pequenos espaços (MASTER; OPPENHEIMER, 1929). Com o passar dos anos, outros protocolos foram desenvolvidos: como o *Harvard Pack test* (JOHNSON; BROUHA; DARLING, 1942); *The Harvard step test* (BROUHA; GRAYBIEL; HEATH, 1943); *The Astrand-Ryhming step test* (NAGLE; BALKE; BRANCH, 1964; RYHMING, 1953); *The Queen's College step test* (MACARDLE et al., 1972); *The Memorial Hospital step test* (SICONOLFI et al., 1985); *The Chester step test* (SYKES, 1995), dentre outros. Estes diversos protocolos se diferenciam pelas alturas utilizadas no degrau, duração, ritmo do teste, e controle de cadência. Apresentam como resultados variáveis específicas, como o número de vezes que o indivíduo conseguia subir em um degrau e outras variáveis como o VO<sub>2</sub>, grau de dessaturação do oxigênio e queda no volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) (DE ANDRADE et al., 2012).

Com o crescente interesse nos testes que necessitem de pouco espaço físico para sua realização e dentre as inúmeras possibilidades de testes, destaca-se o teste do degrau de seis minutos (TD6), desenvolvido análogo ao TC6. Este teste foi descrito pela primeira vez por Dal Corso *et al.* em 2007, para avaliar a capacidade de exercício e dessaturação de oxihemoglobina em pacientes com doença pulmonar intersticial (DPI). É um teste classificado como submáximo (DA COSTA et al., 2017) e autocadenciado, portanto permite que o indivíduo ajuste seu ritmo durante o esforço de acordo com suas limitações, tornando-o mais tolerável (DA COSTA et al., 2017; MARRARA et al., 2012).

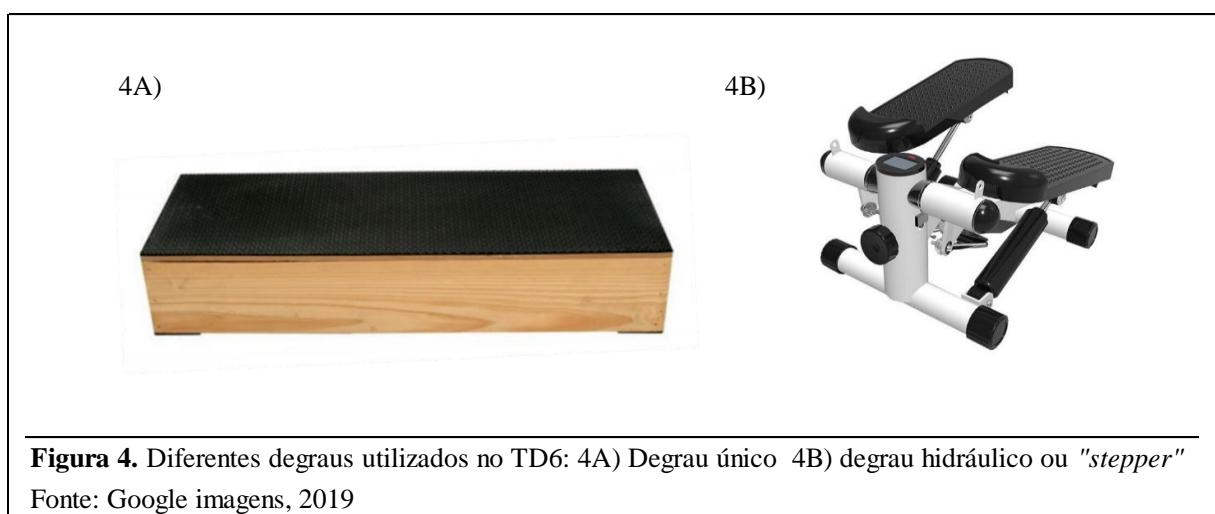
O protocolo consiste em subir e descer um único degrau de 20 cm de altura, sem apoio para MMSS, o mais rapidamente possível por seis minutos (DAL CORSO et al., 2007). A avaliação no repouso e no final do teste, bem como as instruções e padronização segue os mesmos princípios recomendados pela ATS para a execução do TC6 (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 2002).

A partir deste estudo, diversos outros autores utilizaram o TD6, afirmando que este teste apresenta como vantagens o fato de ser um teste barato e portátil, poder ser realizado em diversos locais, uma vez que não necessita de corredor amplo e muito espaço; permitir avaliação das respostas fisiológicas durante o exercício, bem como propiciar um melhor controle sobre o exercício e monitorização até mesmo em indivíduos dependentes de oxigênio suplementar (ARCURI et al., 2016; DAL CORSO et al., 2007; JONES et al., 2017).

No entanto, apesar de todos utilizarem o teste com duração pré-determinada em seis minutos, alguns autores ainda divergem na altura do degrau ou no tipo do ergômetro utilizado (BOREL et al., 2010; DA COSTA et al., 2017; DAL CORSO et al., 2007).

Da Costa *et al.* em 2017, sugerem a utilização de um degrau com altura de 16,5 cm, por ter sido selecionada com base na altura média da população brasileira e por seguir a recomendação brasileira de normas técnicas para confecção de escadas em nosso país, que é entre 15 e 18 cm (DA COSTA et al., 2017). No entanto, este é o único estudo de nosso conhecimento que utilizou esta altura em seus protocolos. Outros protocolos utilizaram alturas diferentes como 14, 15 e 21 cm, mas a maioria dos estudos utiliza 20 cm de altura (ARCURI et al., 2016; CHÉHÈRE et al., 2016; DI THOMMAZO-LUPORINI et al., 2015; FIORITTO et al., 2019; MACHADO et al., 2007).

Alguns autores acreditam que o degrau único proposto por Dal Corso (Figura 4A) pode levar a maior risco de quedas e tropeços na população idosa; e assim, sugerem que para aumentar a segurança do teste, deve ser utilizado um ergômetro que simula a atividade de subir e descer degraus, denominado como degrau hidráulico ou “stepper” (Figura 4B) (BOREL et al., 2010; COQUART et al., 2015). No entanto, este ergômetro é mais caro que o degrau único confeccionado (estimado em 40€/ aproximadamente R\$180,00) e já mostrou limitações, como a necessidade de familiarização anterior, uma vez que o ergômetro se torna mais flexível com o aquecimento do aparelho durante o teste por funcionar através de macacos hidráulicos, melhorando o desempenho no segundo teste realizado (COQUART et al., 2015). Além disso, quando utilizado o degrau único, o risco de queda pode ser amenizado realizando o teste com a possibilidade de apoio em barras próximas ao degrau, caso os indivíduos necessitem de apoio durante o teste, como utilizado em outros estudos (DA SILVA et al., 2013; MACHADO et al., 2007).



**Figura 4.** Diferentes degraus utilizados no TD6: 4A) Degrau único 4B) degrau hidráulico ou "stepper"  
Fonte: Google imagens, 2019

O TD6 tem sido utilizado em diferentes indivíduos com doenças respiratórias, tais como em doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (BONNEVIE et al., 2017; BOREL et al., 2010; COQUART et al., 2015; GROSBOIS et al., 2016; MACHADO et al., 2007; MARRARA et al., 2012; PESSOA et al., 2014; PICHON et al., 2016) e DPI (CHÉHÈRE et al., 2016; DAL CORSO et al., 2007). No entanto, o teste também teve aplicabilidade clínica na avaliação de indivíduos saudáveis (ARCURI et al., 2016; DA COSTA et al., 2017), de pacientes pós acidente vascular encefálico (AVE) (DA SILVA et al., 2013), na avaliação da aptidão cardiorrespiratória (DI THOMMAZO-LUPORINI et al., 2015) e mais recentemente, para avaliação da capacidade funcional de crianças saudáveis (REYCHLER et al., 2018) e de pacientes que realizaram transplante de medula óssea (DE ALMEIDA et al., 2019; FIORITTO et al., 2019). O Quadro 2 apresenta os estudos que utilizaram o TD6 até o momento, caracterizando os respectivos métodos e principais achados. Todos estes estudos realizaram o TD6 baseado nos princípios recomendados pela ATS para o TC6 (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 2002), no entanto, como o TD6 apresenta suas particularidades, alguns estudos referem as adaptações nas instruções para adequação ao teste. Borel *et al.* (2010) foram os primeiros a descreverem as instruções próprias para o TD6, como demonstrado abaixo:

*"O objetivo deste teste é subir este degrau, o maior número de vezes que você puder durante seis minutos. Seis minutos é muito tempo, então você estará se exercitando. Provavelmente você ficará sem fôlego ou ficará cansado. Você pode diminuir a velocidade, parar e descansar, conforme necessário. Você pode encostar-se contra a parede enquanto descansa, mas você deve retomar o exercício assim que for possível. O movimento correto é este: você tem que esticar a perna dobrada até o passo tocar a base do degrau. Em seguida, faça o mesmo movimento com a outra perna." (BOREL et al., 2010).*

E em 2014, Da Costa *et al.* sugerem uma nova adequação para a realização do teste:

*"O objetivo deste teste é subir o degrau o maior número de vezes possível em 6 minutos. Quanto mais degraus você subir, melhor será sua capacidade de exercício. Você precisa subir o degrau e voltar ao local onde começou, com os pés no chão. Você pode usar uma das pernas para começar e pode mudar para a outra sempre que quiser. (Demostrar como subir e descer no degrau, começando com uma perna e, em seguida, suba mais uma vez começando com*

*a outra perna). Você não pode usar os braços para ajudar a subir, mas se sentir que pode cair, poderá usá-los para recuperar o equilíbrio. você precisa parar de usar os braços o mais rápido possível. Seis minutos é muito tempo para subir escadas, então você estará se esforçando. Você pode diminuir a velocidade, parar e até descansar na cadeira fornecida, mas deve continuar a subir o mais rápido possível” (DA COSTA et al., 2014).*

ESTUDO	PAÍS	PARTICIPANTES	MÉTODOS DO TD6	PRINCIPAIS DESCOBERTAS
Dal Corso et al., 2007	Brasil	DPI (n=31)	Altura do degrau: 20cm (sem apoio) Tipo do degrau: degrau único Instruções: similares as recomendações da ATS para o TC6	O TD6 foi capaz de fornecer estimativas confiáveis e reproduutíveis da capacidade de exercício e dessaturação de oxihemoglobina em pacientes com DPI. O teste é um método barato e portátil para a avaliação da CF da população.
Machado et al., 2007	Brasil	DPOC (n=20)	Altura do degrau: 14cm (com apoio) Tipo do degrau: degrau único Instruções: similares as recomendações da ATS para o TC6	Pacientes DPOC apresentaram desempenho semelhantes durante o TD6 e o TC6. Portanto, o TD6 pode ser aplicado quando não houver a possibilidade de realizar o TC6.
Borel et al., 2010	França	DPOC (n=16)	Altura do degrau: 20cm (sem apoio) Tipo do degrau: degrau hidráulico Instruções: adaptada das recomendações da ATS para o TC6. Descrita por Borel et al. (2010)	O TD6 é uma nova ferramenta de avaliação de endurance na DPOC, pois é reproduutível, seguro, transportável e barato. Além disso, pode avaliar a tolerância ao exercício e mostrar um nível diferente de capacidade de exercício.
Rammaert et al., 2011	França	FPI (n=13)	Altura do degrau: não especificado Tipo do degrau: não especificado Instruções: não especificado	A RP aumentou o número de degraus alcançados no TD6 em pacientes com FPI, assim como o tempo de endurance em cicloergômetro e a distância do TC6.
Marrara et al., 2012	Brasil	DPOC (n=43)	Altura do degrau: 20cm (sem apoio) Tipo do degrau: degrau único Instruções: similares as recomendações da ATS para o TC6	O TD6 apresentou responsividade quanto ao desempenho físico frente ao treinamento físico aeróbio em esteira rolante, embora ainda não haja evidências científicas que definam o aumento clinicamente significativo no número de degraus subidos.
da Silva et al., 2013	Brasil	Pós-AVE (n=12)	Altura do degrau: 20cm (com apoio) Tipo do degrau: degrau único Instruções: similares as recomendações da ATS para o TC6	O TC6 e o TD6 são factíveis para pacientes pós-AVE e as respostas fisiológicas são iguais durante o desempenho de ambos os testes. Entretanto, não houve correlação entre os desempenhos dos dois testes, que pode ser explicada pela atividade mais complexa de subir degraus para esta amostra.
da Costa et al., 2014	Brasil	DPOC (n=32)	Altura do degrau: 20cm (sem apoio) Tipo do degrau: degrau único Instruções: adaptada das recomendações da ATS para o TC6. Descrita por da Costa et al. (2014)	O TD6 é um teste reproduutível na população de indivíduos com DPOC quando realizada pelo mesmo examinador.

Quadro 2. Resumo dos artigos que utilizaram o TD6.

Definição de abreviaturas: DPI: doença pulmonar intersticial; ATS: American Thoracic Society, TC6: teste de caminhada e seis minutos; TD6: teste do degrau de seis minutos; CF: capacidade funcional; DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica; FPI: fibrose pulmonar idiopática; RP: reabilitação pulmonar; AVE: acidente vascular encefálico.

ESTUDO	PAÍS	PARTICIPANTES	MÉTODOS DO TD6	PRINCIPAIS DESCOBERTAS
Pessoa et al., 2014	Brasil	DPOC (n=32)	Altura do degrau: 20cm (sem apoio) Tipo do degrau: degrau único Instruções: similares as recomendações da ATS para o TC6	O desempenho no TD6 apresentou-se válido para verificar a capacidade física na DPOC e identificou o ponto de corte de 78 degraus para pacientes com baixa capacidade física.
Simsic et al., 2014	Brasil	DPOC (n=16)	Altura do degrau: 20cm (sem apoio) Tipo do degrau: degrau único Instruções: não especificado	O protocolo TD6 para a investigação de dispneia foi facilmente realizada e bem tolerada pelos pacientes. Os procedimentos são simples, baratos e induzem a dispneia de forma reproduzível.
Di Thommazo-Luporini et al., 2015	Brasil	Mulheres obesas (n=56)	Altura do degrau: 15cm (sem apoio) Tipo do degrau: degrau único Instruções: similares as recomendações da ATS para o TC6	TD6 pode predizer o VO <sub>2</sub> pico e a FC a partir da avaliação padrão-ouro do TECR. Constitui uma avaliação simples e barata da aptidão cardiorrespiratória em indivíduos obesos.
Coquart et al., 2015	França	DPOC (n=30)	Altura do degrau: 20cm (sem apoio) Tipo do degrau: degrau hidráulico Instruções: adaptada das recomendações da ATS para o TC6. Descrita por Borel et al. (2010)	O TD6 parece permitir detectar melhorias na CF após a RP em DPOC.
Carvalho et al., 2015	Brasil	Mulheres magras e obesas (n=31)	Altura do degrau: 15cm (sem apoio) Tipo do degrau: degrau único Instruções: similares as recomendações da ATS para o TC6	A aptidão cardiorrespiratória e a CF avaliada pelo TD6, bem como a força e potência muscular do quadríceps foram menores em mulheres obesas em comparação com mulheres jovens magras. Além disso, quanto maior a %gordura, IMC e idade, menor o desempenho no teste. Esse estudo indica que pelo desempenho no TD6 é possível prever o VO <sub>2</sub> pico avaliado pelo TECR padrão-ouro.
Pichon et al., 2016	França	DPOC (n=62)	Altura do degrau: 20cm (sem apoio) Tipo do degrau: degrau hidráulico Instruções: similares as recomendações da ATS para o TC6	O TD6 parece ser responsável ao avaliar a melhora funcional durante a RP em pacientes com DPOC. Um ganho de pelo menos 20 degraus após a RP parece ser uma mudança substancial.

Quadro 2 (continuação). Resumo dos artigos que utilizaram o TD6.

Definição de abreviaturas: DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica; ATS: American Thoracic Society, TC6: teste de caminhada e seis minutos; TD6: teste do degrau de seis minutos; VO<sub>2</sub>pico: pico de consumo de oxigênio; FC: frequência cardíaca; TECR: teste de exercício cardiorrespiratório; CF: capacidade funcional; RP: reabilitação pulmonar; %gordura: porcentagem de gordura; IMC: índice de massa corporal.

ESTUDO	PAÍS	PARTICIPANTES	MÉTODOS DO TD6	PRINCIPAIS DESCOBERTAS
Grosbois et al., 2016	França	DPOC (n=91)	Altura do degrau: 20cm (sem apoio) Tipo do degrau: degrau hidráulico Instruções: similares as recomendações da ATS para o TC6	O número de degraus no TD6 apresentou correlação com a distância percorrida no TC6 e com a potência e VO <sub>2máx</sub> do TECR para pacientes com DPOC. As melhorias no TC6 e TD6 observadas após o RP também foram correlacionadas.
Chéhère et al., 2016	França	DPI (n=31)	Altura do degrau: 21cm (sem apoio) Tipo do degrau: degrau hidráulico Instruções: similares as recomendações da ATS para o TC6	Os pacientes com DPI apresentaram menor dessaturação do oxigênio e maior resposta ventilatória durante o TD6, quando comparado ao TC6. A massa muscular mais localizada durante o TD6 provavelmente desempenha um papel importante nessas respostas.
Arcuri et al., 2016	Brasil	Saudáveis (n=91)	Altura do degrau: 20cm (sem apoio) Tipo do degrau: degrau único Instruções: adaptada das recomendações da ATS para o TC6. Descrita por da Costa et al. (2014)	O TD6 é um teste confiável e válido. Além disso, o número de degraus pode ser previsto por variáveis demográficas e antropométricas com moderada força de predição.
da Costa et al., 2017	Brasil	Saudáveis e sedentários (n=253)	Altura do degrau: 16,5cm (sem apoio) Tipo do degrau: degrau único Instruções: adaptada das recomendações da ATS para o TC6. Descrita por da Costa et al. (2014)	O TC6 e o TD6 são seguros e produzem esforço submáximo em indivíduos saudáveis, sedentários, mas não são intercambiáveis, sugerindo que o TD6 requer mais energia que o TC6.
Jones et al., 2017	Reino Unido	Idosos (n=518)	Altura do degrau: não especificado Tipo do degrau: degrau hidráulico Instruções: próprias do autor	O TD6 é um método adequado de avaliação de CF e é bem aceito por indivíduos idosos. O VO <sub>2máx</sub> pode ser estimado a partir da FCsubmáx e os resultados do teste se correlacionam com o TC6.
Bonnevie et al., 2017	França	DPOC (n=24)	Altura do degrau: 20cm (sem apoio) Tipo do degrau: degrau hidráulico Instruções: adaptada das recomendações da ATS para o TC6. Descrita por Borel et al. (2010)	O TD6 poderia ser usado para individualizar o treinamento aeróbico em pacientes com DPOC em um ambiente ambulatorial.

Quadro 2 (continuação). Resumo dos artigos que utilizaram o TD6.

Definição de abreviaturas: DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica; ATS: American Thoracic Society, TC6: teste de caminhada e seis minutos; TD6: teste do degrau de seis minutos; VO<sub>2máx</sub>: consumo máximo de oxigênio; TECR: teste de exercício cardiorrespiratório; RP: reabilitação pulmonar; DPI: doença pulmonar intersticial; CF: capacidade funcional; FCsubmáx: frequência cardíaca submáxima.

ESTUDO	PAÍS	PARTICIPANTES	MÉTODOS DO TD6	PRINCIPAIS DESCOBERTAS
Reychler et al., 2018	Bélgica	Crianças 6-12anos (n=60)	Altura do degrau: 20cm (sem apoio) Tipo do degrau: degrau único Instruções: similares as recomendações da ATS para o TC6	O TD6 não pode substituir o TC6 em crianças saudáveis. Além disso, a resposta cardiorrespiratória difere entre os testes.
Oliver et al., 2018	França	Ca de pulmão ou pleura (n=47)	Altura do degrau: não especificado Tipo do degrau: não especificado Instruções: similares as recomendações da ATS para o TC6	A RP domiciliar parece ser viável e segura em pacientes com Ca pulmão ou pleura avançados. Foram observados benefícios clínicos e estabilidade da aptidão física nos pacientes que completaram o programa de RP.
Mazzarin et al., 2018	Brasil	DPOC (n=39)	Altura do degrau: 20cm (sem apoio) Tipo do degrau: degrau único Instruções: similares as recomendações da ATS para o TC6	A redução do estado funcional e capacidade de exercício avaliada pelo TD6, o tempo de uso diário de O <sub>2</sub> e fadiga foram associados à inatividade física em indivíduos com DPOC em uso de O <sub>2</sub> domiciliar.
Bonnevie et al., 2019	França	DPOC (n=69)	Altura do degrau: não especificado Tipo do degrau: degrau hidráulico Instruções: adaptada das recomendações da ATS para o TC6. Descrita por Borel et al. (2010)	A carga máxima de trabalho alcançada durante o TECR e o TD6 estão relacionados com a força do quadríceps (1RM). No entanto, não devem ser utilizados para a prescrição de treinamento de força e tanto a 1RM quanto a contração voluntária máxima permanecem os métodos recomendados para avaliar a força muscular na prática clínica.
Fioritto et al., 2019	Brasil	Indivíduos TCTH (n=26)	Altura do degrau: 20cm (com apoio) Tipo do degrau: degrau único Instruções: similares as recomendações da ATS para o TC6	O TD6 e o treinamento individualizado para exercícios hospitalares baseado em parâmetros diários clínicos, hemodinâmicos e hematológicos é viável para pessoas submetidas a TCTH.
Almeida et al., 2019	Brasil	Indivíduos TCTH (n=27)	Altura do degrau: 20cm (com apoio) Tipo do degrau: degrau único Instruções: similares as recomendações da ATS para o TC6	A CF avaliada pelo TD6 foi correlacionada com a QV em indivíduos submetidos ao TCTH.

Quadro 2 (continuação). Resumo dos artigos que utilizaram o TD6.

Definição de abreviaturas: ATS: American Thoracic Society, TC6: teste de caminhada e seis minutos; TD6: teste do degrau de seis minutos; Ca: câncer; RP: reabilitação pulmonar; DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica; O<sub>2</sub>: oxigênio; TECR: teste de exercício cardiorrespiratório; 1RM: uma repetição máxima; TCTH: transplante de células tronco hematopoiéticas; QV: qualidade de vida.

Recentemente, Arcuri *et al.* propuseram a primeira equação de referência para o TD6 (ARCURI et al., 2016). O objetivo deste estudo foi avaliar a confiabilidade e validade do TD6 quando comparado ao TC6 e estabelecer os valores de referência para a capacidade de exercício utilizando o número de degraus subidos no teste. Os autores concluíram que o TD6 é valido quando comparado ao TC6 ( $r = 0,72$ ;  $p < 0,05$ ) e confiável (CCI = 0,90; intervalo de confiança de 95%: 0,85–0,93), e mostraram também que o número de degraus pode ser previsto por variáveis demográficas e antropométricas e propuseram três equações para obter os valores de referência no desempenho do teste, como demonstrado no Quadro 3 abaixo.

TD6-1	Homens: $Nº\ Degraus = 209 - [1.05 \times \text{Idade}]$ Mulheres: $Nº\ Degraus = 174 - [1.05 \times \text{Idade}]$
TD6-2	Homens: $Nº\ Degraus = 262,73 - [0.8 \times \text{idade}] - [0.67 \times C_{abd(cm)}]$ Mulheres: $Nº\ Degraus = 222,09 - [0.8 \times \text{idade}] - [0.67 \times C_{abd(cm)}]$
TD6-M	Homens: $Nº\ Degraus = 263,17 - [0,876 \times \text{idade}] - [0,585 \times C_{abd(cm)}]$ Mulheres: $Nº\ Degraus = 222,09 - [0,876 \times \text{idade}] - [0,585 \times C_{abd(cm)}]$
<b>Quadro 3.</b> Equações de referência para o TD6 de Arcuri et al. (2016)	
Definição das abreviaturas: TD6-1: Primeiro teste do degrau de seis minutos; TD6-2: segundo teste do degrau de seis minutos; TD6-M: teste do degrau de seis minutos com melhor desempenho; Nº Degraus: número de degraus previsto no teste; Cabd: circunferência abdominal; cm (centímetros).	

Como relatado anteriormente, este estudo foi o primeiro a proporcionar uma equação de referência para o TD6 e apresentou uma importante contribuição para a prática clínica, proporcionando a sua realização em ambientes de saúde de pequeno espaço e facilitando a identificação de indivíduos com baixa capacidade de exercício. Entretanto, identificamos algumas limitações neste estudo que merecem destaque, como: amostra baseada em uma população local de um município do interior do estado de São Paulo, com 91 pacientes e com a inclusão de indivíduos obesos (IMC de até 35Kg/m<sup>2</sup>). Além disso, este estudo mostrou que as variáveis idade e porcentagem de gordura apresentaram correlação moderada com o número de degraus subidos ( $r = -0,51$  e  $r = -0,60$ , respectivamente;  $p < 0,001$ ), enquanto as demais variáveis como altura, comprimento do membro inferior, circunferência abdominal e índice de massa magra obtiveram correlações entre fraca e desprezível. Podemos observar que os autores utilizam a variável sexo como preditora para desempenho no teste, no entanto não apresentam os valores de sua correlação com o mesmo e que não utilizam a variável de

porcentagem de gordura para o desenvolvimento da equação de referência, mesmo comprovando a correlação desta variável com o desempenho.

Além disso, os autores não realizaram uma análise prospectiva em uma nova amostra para confirmar os valores encontrados. Portanto, diante do exposto, é possível afirmar que novas equações são necessárias a fim de confirmar seus valores encontrados e suprir as limitações encontradas.

### 1.3 IMPORTÂNCIA DE SE ESTABELECER VALORES DE REFERÊNCIA

O conceito de valores de referência pode ser expresso como o estabelecimento e uso de dados relevantes para a interpretação de observações clínicas. Nesses termos, o objetivo de estabelecer valores de referência é detectar desvios do estado de saúde, para curar, reabilitar e prevenir doenças (GRÄSBECK, 2004).

Para essa proposta requer que se conheçam os valores de pessoas saudáveis. No entanto, na prática, o diagnóstico de “saúde” é quase impossível. O conceito de saúde é privativo e é caracterizado por ausência de qualificações não saudáveis, os quais certamente requerem confirmações diagnósticas invasivas, certamente não-alcançáveis. Portanto, a partir de um conceito holístico, o sujeito pode ser considerado saudável para determinado constructo. O conceito de saúde de Ralph Gräsbeck é definido como: “saúde é caracterizada por mínimos sinais subjetivos e objetivos de doença, avaliados em relação à situação social do sujeito e o objetivo da atividade clínica, e é no absoluto um estado ideal inatingível” (GRÄSBECK, 2004).

Dessa maneira, estabelecer valores de referência a partir de uma amostra saudável é fundamental, uma vez que serão parâmetros para avaliar as alterações funcionais de indivíduos. Esta análise, quando associada a amostra multicêntrica torna-se ainda mais relevante, pois leva em consideração a diversidade da população, aumentando a representatividade da amostra do estudo e consequentemente concedendo-lhe maior “poder” de validade externa, podendo ser aplicável à população geral (GRÄSBECK, 2004; PATINO; FERREIRA, 2018).

## 2 JUSTIFICATIVA

Como descrito anteriormente, o TD6 apresenta inúmeras vantagens e com o uso crescente do teste em ambientes clínicos e de pesquisa torna-se fundamental o aprofundamento sobre as influências demográficas, antropométricas e fisiológicas na atividade de subir e descer um degrau, além do conhecimento de equações para prever os valores de referência deste teste.

De fato, uma equação de referência para o teste do degrau foi descrita anteriormente baseada em uma amostra da população brasileira, no entanto, identificamos aspectos que precisam ser melhor investigados. Primeiramente, é essencial que novos estudos sejam realizados com amostras substancialmente maiores e heterogêneas, como observado em pesquisas com mesmo propósito (BRITTO et al., 2013; CASANOVA et al., 2011). Secundariamente, embora as variáveis utilizadas apresentassem correlação significativa com o número de subidas durante o teste, as correlações apresentavam poder de moderado à desprezível, e ainda, as variáveis que não apresentaram correlação neste estudo podem ser devido ao tamanho da amostra pequena.

Além disso, considerando que o Brasil é um país de dimensão continental, com diferentes condições socioeconômicas, climáticas e de colonização com influência direta em aspectos demográficos e antropométricos da população, acreditamos que um estudo multicêntrico envolvendo diferentes regiões do país para fins de melhorar a generalização (validade externa), torna-se crucial determinar uma equação de referência representativa para o TD6 na população brasileira.

Nossa hipótese é que será possível estabelecer uma equação de referência para estimar o número de degraus no TD6 baseada em parâmetros facilmente obtidos na prática clínica como variáveis antropométricas, demográficas e fisiológicas.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO PRIMÁRIO

Estabelecer uma equação para previsão dos valores de referência do TD6 para a população brasileira a partir de uma amostra multicêntrica e validá-la *a posteriori*.

#### 3.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

Testar a reprodutibilidade do TD6 e comparar o desempenho entre os sexos.

Correlacionar o número de subidas em um degrau com a idade, sexo, massa corporal, altura, IMC, comprimento do membro inferior, perímetro da coxa e da panturrilha, valores espirométricos e  $\Delta FC$  de uma amostra multicêntrica representativa de seis diferentes regiões do Brasil de indivíduos saudáveis.

Comparar o número total de subidas obtidas pela amostra multicêntrica com o valor previsto pela equação de Arcuri *et al.* (2016).

Comparar a equação oriunda deste estudo com a equação de Arcuri *et al.* (2016) em uma amostra *a posteriori*.

## 4 MÉTODOS

### 4.1 DESENHO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo multicêntrico, transversal, com amostra de indivíduos saudáveis recrutados de seis cidades brasileiras de diferentes regiões (Juiz de Fora - Minas Gerais (MG); São Paulo - São Paulo (SP); Natal - Rio Grande do Norte (RN), Porto Alegre - Rio Grande do Sul (RS), Belém - Pará (PA) e Brasília - Distrito Federal (DF)). Foram convidados a participar do estudo, adultos e idosos de 18 a 79 anos de idade, de ambos os sexos. A participação foi voluntária e aqueles que aceitaram participar foram esclarecidos e orientados a respeito das avaliações e sobre o intuito do teste de capacidade funcional proposto. As avaliações só tiveram início após os participantes assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Juiz de Fora sob parecer número: 2.684.922 e foi replicado para os pesquisadores responsáveis de cada centro parceiro, o qual cada um pôde editar e adequar o projeto antes de submeter aos seus respectivos comitês de ética e pesquisa. Todos os centros tiveram o projeto aprovado em seus respectivos CEPs.

As coletas foram realizadas nos respectivos laboratórios de pesquisa de todos os centros parceiros do estudo.

### 4.2 SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES

Os participantes foram recrutados por meio de comunicações pessoais e divulgação pela internet, por redes sociais. A coleta de dados no centro primário foi realizada no Laboratório de Avaliação Cardiorrespiratória e Metabólica da Faculdade de Fisioterapia/Universidade Federal de Juiz de Fora e nos laboratórios de pesquisa dos centros parceiros do estudo.

### 4.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Foram incluídos no estudo indivíduos adultos e idosos de ambos os sexos com idade entre 18 a 79 anos.

#### 4.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Foram excluídos do estudo aqueles participantes que apresentaram quaisquer alterações na prova de função pulmonar espirométrica, diagnóstico de doenças cardiorrespiratórias (exceto hipertensão controlada sem o uso de betabloqueador), doenças neuromusculares, reumáticas ou ortopédicas que comprometiam subir um degrau; participantes com (IMC)  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ ; mulheres grávidas e aqueles que apresentaram dor e desconforto importante no momento da avaliação.

#### 4.5 CÁLCULO AMOSTRAL

Para o cálculo amostral foi utilizada a Equação de Tabachnick (apud SOARES; PEREIRA, 2011, p. 578) que considera o  $N > 50 + 8m$ , onde m representa o número de variáveis independentes. No presente estudo foram utilizadas cinco variáveis independentes (idade, sexo, peso, altura e  $\Delta FC$ ), resultando em 90 indivíduos para cada centro (45 homens e 45 mulheres). Portanto, a meta de coletas foi de 540 indivíduos saudáveis e foi subdividida em faixas etária: de 18-28, 29-39, 40-49, 50-59, 60-69, 70-79 anos.

#### 4.6 ORIENTAÇÕES AO VOLUNTÁRIO

Os participantes foram orientados a não ingerir café, chá ou refrigerante com cafeína no dia do teste, não realizar exercícios extenuantes pelo menos 24h antes das sessões, além de usar roupas confortáveis e calçados adequados para realização de atividade física.

#### 4.7 PROCEDIMENTOS

Em um único dia de avaliação os participantes realizaram, nesta ordem: avaliação antropométrica, espirometria, avaliação do nível de atividade física e dois TD6 com degrau de 20cm, com intervalo de 30 minutos entre eles. Depois de estabelecida a equação de referência, uma nova amostra de 46 indivíduos saudáveis (24 mulheres e 22 homens) realizou o TD6 com o degrau de 20 cm de altura para testar a equação de previsão proposta pelo nosso estudo e comparar com os resultados obtidos com o predito pela equação de Arcuri *et al.* (2016).

#### **4.7.1 Avaliação antropométrica**

As avaliações seguiram um roteiro padronizado para caracterização dos sujeitos elaborada pelos autores (APÊNDICE B).

A medida da estatura do voluntário, expressa em centímetros, foi realizada em posição ortostática por um estadiômetro e após uma inspiração profunda, mantendo os pés unidos e com o peso do corpo distribuído entre eles. Os valores foram aproximados em 0,5 cm.

A massa corporal foi aferida em balança mecânica antropométrica (marca *Welmy®*) e balança digital (marca *Líder LD1050®*), considerando os diferentes centros. Foi realizada com os pacientes descalços, com vestes leve e seus valores foram expressos em quilograma (Kg).

O IMC foi calculado por meio de equação matemática, dividindo-se a massa corporal do paciente, expresso em Kg, pelo quadrado da altura, expressa em metro ao quadrado ( $m^2$ ), sendo sua unidade expressa em quilograma por metro quadrado ( $kg/m^2$ ). O cálculo deste índice teve como objetivo classificar o peso dos pacientes como baixo peso ( $<18,5\ kg/m^2$ ), peso ideal ( $18,6\ a\ 24,9\ kg/m^2$ ), sobrepeso ( $25\ a\ 29,9\ kg/m^2$ ), obesidade grau I ( $30\ a\ 34,9\ kg/m^2$ ), obesidade grau II ( $35\ a\ 39,9\ kg/m^2$ ) e obesidade grave ( $\geq 40\ kg/m^2$ ) (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2002). No entanto, vale ressaltar que para este estudo, indivíduos com  $IMC \geq 30\ kg/m^2$  foram excluídos das análises.

A circunferência abdominal ( $C_{abd}$ ) foi medida por uma fita métrica em centímetros e a cicatriz umbilical foi usada como referência na avaliação.

O comprimento dos membros inferiores foi medido a fim de estudar a relação do tamanho do membro inferior com o número de degraus subidos e seguiu as recomendações adotadas pela padronização internacional de posicionamento da Sociedade Internacional para o avanço da Kinantropometria (ISAK) (THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR THE ADVANCEMENT OF KINANTHROPOMETRY, 2011). Utilizando uma fita métrica, o comprimento do membro inferior direito foi medido calculando-se a distância vertical entre o ponto mais superior do trocânter maior do fêmur e a superfície do degrau antropométrico. O sujeito manteve-se em posição ortostática, com os braços cruzados sobre o tronco e com os pés unidos. A face lateral da coxa direita permaneceu voltada para o degrau e em contato com o mesmo. Assim, a altura trocantérica foi obtida somando-se a altura do degrau (20cm) com a distância entre o ponto superior do trocânter maior do fêmur até a superfície de apoio, como observado na Figura 5.



**Figura 5.** Altura Trocantérica  
Fonte: The International Society  
for the Advancement of  
Kinanthropometry, 2011

O perímetro da coxa ( $P_{coxa}$ ) e perímetro da panturrilha ( $P_{pant}$ ) foi medido com o indivíduo em posição ortostática, pés ligeiramente afastados e o peso corporal distribuído uniformemente. Dessa maneira, com uma fita métrica, foi medido o perímetro médio da coxa e o ponto de maior circunferência da panturrilha, como observado nas Figuras 6 e 7.



**Figura 6.** Perímetro da coxa  
Fonte: The International Society for the  
Advancement of Kinanthropometry, 2011



**Figura 7.** Perímetro da panturrilha  
Fonte: The International Society for the  
Advancement of Kinanthropometry, 2011

#### **4.7.2 Espirometria**

A espirometria foi realizada utilizando os equipamentos portáteis: Datospir Micro C®, Sibelmed, Espanha; MICROLAB MK8 ML 3500®, Care Fusion, Alemanha; KOKO®, nSpire health, EUA; Minispir® e Spirobank II Advanced, Itália. Todos os aparelhos foram calibrados previamente com um pneumotacógrafo. Os procedimentos técnicos, critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade adotados seguiram as recomendações das Diretrizes para Testes de Função Pulmonar (PEREIRA, 2002). As seguintes variáveis foram registradas: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório final no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>), relação VEF<sub>1</sub>/CVF. Os valores obtidos foram expressos em valores absolutos e em porcentagem do previsto para a população brasileira (PEREIRA; SATO; RODRIGUES, 2007).

#### **4.7.3 Avaliação do nível de atividade física**

A avaliação do nível de atividade física foi realizada pelo questionário internacional de atividade física (IPAQ), em sua versão curta (ANEXO C) (CRAIG et al., 2003). A última atualização da Organização Mundial da Saúde (OMS), de fevereiro de 2017 (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017), recomenda que adultos entre 18 e 64 anos devem realizar atividades físicas de intensidade moderada por no mínimo 150 minutos por semana, ou fazer pelo menos 75 minutos de atividade física de intensidade vigorosa ao longo da semana, ou uma combinação equivalente de atividade de intensidade moderada e vigorosa para obter benefícios cardiorrespiratórios.

No questionário IPAQ-versão curta os participantes responderam questões sobre suas atividades físicas diárias de caminhada, atividades moderadas e vigorosas. Após as análises, os participantes foram classificados em: muito ativo, ativo, irregularmente ativo e sedentário, de acordo com a classificação proposta pelo centro coordenador do IPAQ no Brasil (Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul (CELAFISCS)) (CRAIG et al., 2003).

#### **4.7.4 Teste do degrau de 6 minutos**

A realização do TD6 contou com a participação de dois avaliadores treinados. Um destes foi responsável pelo comando do teste e cronometragem do tempo, enquanto o segundo

avaliador ficou responsável pela contagem e registro do número de vezes que o participante subiu em um único degrau durante o tempo previsto. Foi utilizado como ergômetro um degrau de madeira com 20 cm de altura x 40 cm de largura x 60 cm de comprimento, piso de borracha antiderrapante e sem apoio para MMSS (DAL CORSO et al., 2007). A velocidade do teste não foi controlada, sendo determinada pelo próprio participante (cadência livre), no entanto, o participante foi informado que deveria subir e descer o maior número de vezes possível neste período de tempo o único degrau em questão (DAL CORSO et al., 2007). Além disso, o teste foi realizado em uma sala isolada para evitar ruídos ou estímulos externos que poderiam afetar o desempenho. Antes do início do teste, os voluntários receberam instruções padrão (APÊNDICE C), e estímulos verbais a cada minuto adaptado das instruções do TC6 da ATS (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 2002), realizada por Borel et al.:

*"O objetivo deste teste é subir este degrau, o maior número de vezes que você puder durante seis minutos. Seis minutos é muito tempo, então você estará se exercitando. Provavelmente você ficará sem fôlego ou ficará cansado. Você pode diminuir a velocidade, parar e descansar, conforme necessário. Você pode encostar-se contra a parede enquanto descansa, mas você deve retomar o exercício assim que for possível. O movimento correto é este: você tem que esticar a perna dobrada até o passo tocar a base do degrau. Em seguida, faça o mesmo movimento com a outra perna." (BOREL et al., 2010).*

Os participantes também foram instruídos que poderiam começar a subir com qualquer um dos membros inferiores com os quais eles se sentiam mais confortáveis e que poderiam mudá-lo em qualquer momento durante o teste, assim, o teste seria mais parecido com uma atividade da vida diária (ARCURI et al., 2016).

Durante o teste, foram seguidos os mesmos princípios da ATS/American College of Chest Physicians para o TC6, utilizando, inclusive, as mesmas frases de incentivo padronizadas a cada minuto, como "você está indo bem, continue assim, faltam cinco minutos"; "mantenha o bom trabalho, faltam 4 minutos"; "você está indo bem, continue assim, já completou a metade"; "mantenha o bom trabalho, faltam apenas 2 minutos"; "você está indo bem, continue assim, falta apenas 1 minuto". No momento em que faltavam 15 segundos para o término do teste, o participante foi instruído com "em um momento eu vou te dizer para parar, quando eu disser, apenas pare exatamente onde você estiver".

Os incentivos durante o teste foram proferidos usando um tom de voz uniforme e nos casos em que o indivíduo necessitou parar durante o teste, o cronômetro não foi interrompido (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 2002).

As avaliações foram registradas no repouso, imediatamente após os testes e no primeiro e segundo minuto do período de recuperação (COLE; FOODY; BLACKSTONE, 2000), da seguinte maneira: a FC e SpO<sub>2</sub> por meio de oxímetro de pulso, pressão arterial, por meio do esfigmomanômetro manual e percepção de sintomas de dispneia e fadiga de membros inferiores, através da escala de BORG modificada (BORG, 1990) (ANEXO D) foram tomadas imediatamente antes e no final do teste, ou ainda se houver interrupção antes do final do tempo previsto de seis minutos. O ΔFC foi definido como a FC<sub>final</sub> – FC<sub>inicial</sub>. O número de vezes que o indivíduo conseguiu subir no degrau foi registrado por minuto e ao final do teste, foi realizado a soma de todas as subidas e descidas por minuto, correspondendo ao número total de vezes subidas em seis minutos (APÊNDICE D).

Para fins de análises de regressão e correlação com as demais variáveis, foi selecionando o teste em que o participante obteve o maior número de subidas. Aqueles que alcançaram o mesmo resultado no número total de degraus subidos nos dois testes realizados, foi selecionado os valores obtidos no primeiro teste.

#### **4.8 CONTROLE DE QUALIDADE DAS COLETAS MULTICÊNTRICAS:**

Durante a fase de planejamento da pesquisa e após estabelecido o acordo entre os centros participantes da pesquisa, foram definidas os processos e etapas do trabalho para fins de manter o controle na qualidade das coletas realizadas em cada centro.

Antes do início do período de coletas foram propostas diversas abordagens entre alunos e professores de cada centro para treinamento e padronização das condutas entre os centros. Inicialmente, foi realizada uma vídeo-aula de apresentação do estudo pelo centro coordenador, compreendendo a apresentação de todos os centros participantes e de seus professores coordenadores, uma breve introdução sobre avaliação da capacidade funcional e o TD6, objetivos do estudo, metodologia que seria seguida e nossos resultados esperados.

Para garantir a qualidade dos dados coletados e facilitar as comunicações entre os pesquisadores, foi criado um grupo no aplicativo “WhatsApp”, no qual foram disponibilizados pequenos manuais de procedimentos por meio de vídeos com a demonstração de cada avaliação e orientações na abordagem dos voluntários da pesquisa,

como: medidas de peso, altura, CMID, P<sub>coxa</sub> e P<sub>pant</sub>, realização da espirometria e a aplicação do TD6 com suas monitorizações.

Um termo de acordo para estudos multicêntricos foi estabelecido paraclarear a metodologia de estudo e a política de autoria para o artigo principal, com autoria baseada no nível de contribuição de acordo com os princípios estabelecidos e listados no memorando de entendimento (APÊNDICE E). Com a ciência de todos os pesquisadores, o termo foi assinado pelos professores coordenadores de cada centro participante.

A monitorização dos dados coletados e do desempenho de cada centro foi realizada por *e-mail*. Foi disponibilizado um cronograma de coletas aos pesquisadores para auxiliar no cumprimento da meta programada e todos os centros receberam um banco de dados padrão do estudo. Mensalmente os alunos e professores de cada centro receberam um *e-mail* de alerta do centro coordenador para atualização dos dados coletados.

#### 4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A distribuição dos dados foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Os dados com padrão de distribuição normal foram expressos como média e desvio padrão (DP). Para variáveis categóricas e dicotômicas, a frequência e a proporção foram calculadas.

Foi realizado o teste t-Student para comparação de características entre homens e mulheres.

A reproduzibilidade se refere ao grau em que a repetida aplicação de um instrumento produz resultados semelhantes (KOO; LI, 2016). Foi avaliado pela confiabilidade e pela concordância. A confiabilidade foi testada com um coeficiente de correlação intraclasse bidirecional (CCI) e intervalos de confiança de 95% (foi considerado fraca se CCI < 0,50, moderada se  $0,50 \leq CCI \leq 0,75$ , entre 0,75 e 0,90 boa e excelente se CCI > 0,90 (KOO; LI, 2016). A concordância demonstra a variabilidade de degraus entre a realização de dois testes e está associada ao erro absoluto da medida. Foram utilizadas duas estimativas de concordância: o erro padrão da medida (EPM) e a diferença mínima detectável (DMD), afim de avaliar a variabilidade associada entre a realização de um teste e reteste, calculados utilizando as fórmulas apresentadas no Quadro 4 (PORTNEY, LESLIE GROSS; WATKINS, 2007). Além disso, utilizamos o método de Bland-Altman para analisar a similaridade através da qual dois métodos independentes avaliam o mesmo grupo de indivíduos, sendo calculado o viés médio (*mean bias*) e intervalo de confiança de 95% ( $1,96 \times$  desvio padrão da soma das diferenças).

$$EPM = DP(\text{diferença entre teste e reteste}) \times \sqrt{1-CCI}$$

$$DMD = 1,96 \times \sqrt{2} \times EPM$$

**Quadro 4.** Equações para cálculo de EPM e DMD.

Definição das abreviaturas: EPM: erro padrão da medida; DP: desvio padrão; CCI: coeficiente de correlação intraclass; DMD: diferença mínima detectável.

Os coeficientes de correlação de Pearson e Spearman, quando apropriados, foram utilizados para correlacionar as variáveis independentes (idade, peso, altura, sexo, IMC, C<sub>abd</sub>, CMID, P<sub>coxa</sub>, P<sub>pant</sub>, CVF, CVF (%), VEF<sub>1</sub>, VEF<sub>1</sub> (%), VEF<sub>1</sub>/CVF, nível de atividade física pelo IPAQ e o ΔFC com a variável dependente (desempenho no TD6-M). Foi considerado correlação muito forte quando  $r > 0,90$ ; forte entre 0,70 e 0,90; moderada entre 0,50 e 0,70; fraca entre 0,30 e 0,50 e desprezível entre 0 e 0,30. Todas as variáveis que apresentaram correlação com o desempenho foram selecionadas para a análise de regressão múltipla.

O Teste *t* de Student pareado foi utilizado para a comparação entre o número total de degraus alcançados entre a nossa amostra e o resultado predito pela fórmula de Arcuri *et al.*, 2016 e a análise gráfica de Bland-Altman foi realizada para avaliar o grau de concordância.

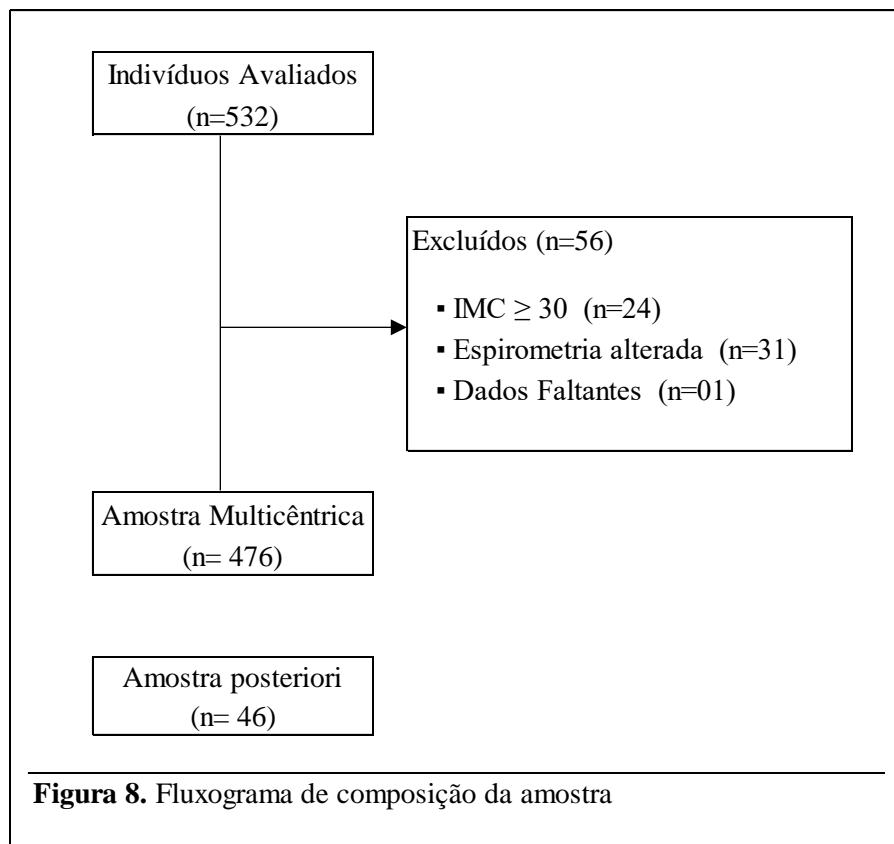
Para estabelecer a equação de referência, foi utilizada a regressão múltipla do tipo *stepwise*, considerando a variável dependente como o número total de degraus alcançados no melhor teste e as variáveis independentes: idade, sexo, altura e ΔFC (variáveis que apresentaram correlação  $> 0,30$ ).

Após estabelecida a equação de referência, uma nova amostra foi coletada para comparar as duas equações para previsão do total de degraus e um novo teste *t* de Student pareado foi realizado. A análise gráfica de Bland-Altman também foi realizada para comparação da similaridade entre os degraus realizados pela amostra *a posteriori* e a equação predita pela fórmula da amostra multicêntrica e pela fórmula de Arcuri *et al.*

Todas as análises foram realizadas pelo software SPSS Windows versão 22.0 (IBM Corporation, Somers, Nova York, EUA) e nível de significância estatística foi estabelecido como  $p < 0,05$  para todos os testes.

## 5 RESULTADOS

Foram avaliados 532 indivíduos potencialmente elegíveis para o estudo, 56 (10,5%) foram excluídos e 476 foram incluídos nas análises, como demonstrado no fluxograma abaixo.



As características basais dos indivíduos incluídos nos seis centros estão descritas na Tabela 1 e as características basais de cada centro separadamente estão descritas no final do estudo (APÊNDICE F).

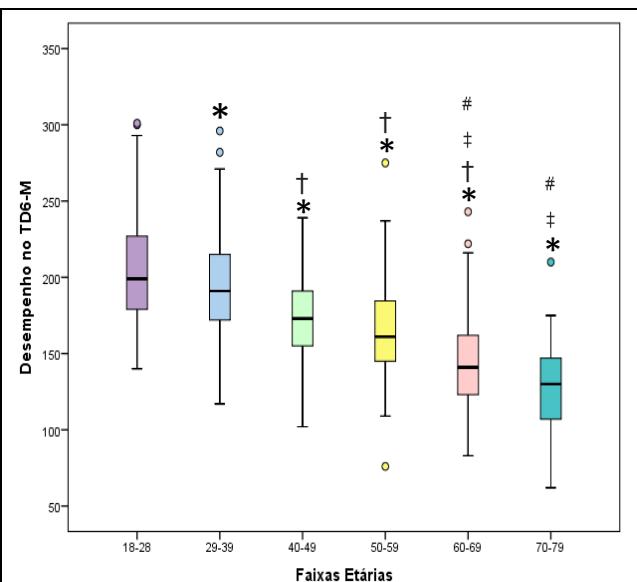
A amostra foi constituída por 57% de indivíduos do sexo feminino e 60% da amostra foram classificados como ativos ou muito ativos.

**Tabela 1** - Caracterização da amostra total

Variável	TOTAL (n= 476)	Masculino n (%) 205 (43)	Feminino n (%) 271 (57)	p valor
Idade (anos)	41 ± 17	40 ± 17	42 ± 18	0,137
Altura (cm)	166 ± 10	173 ± 8	160 ± 7	<0,0001
Peso (Kg)	69 ± 13	77 ± 12	62 ± 9	<0,0001
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	25 ± 3	26 ± 3	24 ± 3	<0,0001
Cabd (cm)	87 ± 11	91 ± 10	84 ± 10	<0,0001
CMID (cm)	85 ± 8	87 ± 8	83 ± 8	<0,0001
Pcoxa (cm)	54 ± 6	54 ± 6	55 ± 6	0,088
Ppant (cm)	36 ± 3	37 ± 3	35 ± 3	0,028
<b>Espirometria, Média (DP)</b>				
CVF (l)	3,70 ± 1,0	4,5 ± 0,8	3,1 ± 0,6	<0,0001
CVF (% prev.)	95 ± 10	97 ± 11	94 ± 10	0,003
VEF1 (l)	3,2 ± 0,8	3,8 ± 0,7	2,7 ± 0,5	0,085
VEF1 (% prev.)	98 ± 11	99 ± 13	98 ± 10	0,327
VEF1/CVF	86 ± 6	85 ± 7	87 ± 6	0,006
<b>Classificação do IMC n (%)</b>				
Abaixo do peso	11 (2,3)	4 (2)	7 (2,6)	
Peso normal	244 (51,3)	86 (42)	158 (58,3)	<0,0001
Sobre peso	221 (46,4)	115 (56)	106 (39,1)	
<b>Faixa Etária, n (%)</b>				
18-28	138 (29)	67 (32,7)	71 (26,2)	
29-39	110 (23)	47 (22,9)	63 (23,2)	
40-49	66 (14)	27 (13,2)	39 (14,4)	
50-59	67 (14)	28 (13,7)	39 (14,4)	0,106
60-69	60 (13)	24 (11,7)	36 (13,3)	
70-79	35 (07)	12 (5,9)	23 (8,5)	
Hipertensos, n (%)	47 (10)	19 (9,3)	28 (10,3)	0,701
Diabéticos, n (%)	08 (02)	1 (0,5)	7 (2,6)	0,079
Tabagistas, n (%)	10 (02)	7 (3,4)	3 (1,1)	0,082
<b>IPAQ, n (%)</b>				
Muito ativo	59 (12)	30 (14,6)	29 (10,7)	
Ativo	227 (48)	78 (38,0)	149 (55,0)	
Irregularmente ativo A	77 (16)	36 (17,6)	41 (15,1)	0,022
Irregularmente ativo B	74 (16)	39 (19,0)	35 (12,9)	
Sedentário	39 (8)	22 (10,7)	17 (6,3)	
<b>Coletas por centros n (%)</b>				
Juiz de Fora (MG)	163 (34,2)	71 (34,6)	92 (33,9)	
São Paulo (SP)	96 (20,2)	49 (23,9)	47 (17,3)	
Natal (RN)	78 (16,4)	37 (18)	41 (15,1)	
Porto Alegre (RS)	54 (11,3)	18 (8,8)	36 (13,3)	0,493
Belém (PA)	53 (11,1)	18 (8,8)	35 (12,9)	
Brasília (DF)	32 (6,7)	12 (5,9)	20 (7,4)	

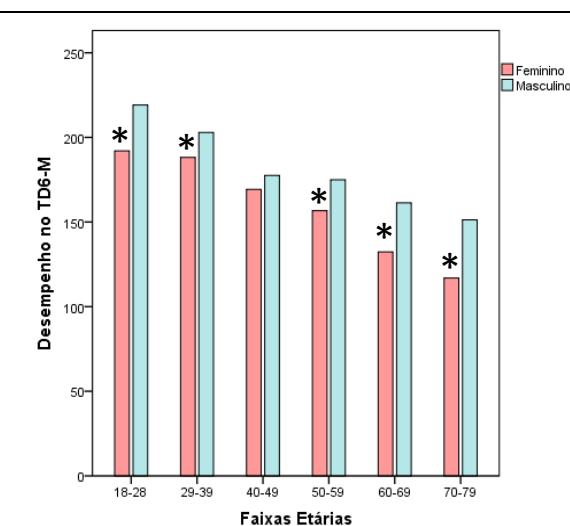
Definição das abreviaturas: cm: centímetro; Kg: quilograma; IMC: Índice de Massa Corpórea; m<sup>2</sup>: metro quadrado; Cabd: circunferência abdominal; CMID: comprimento do membro inferior direito; Pcoxa: perímetro da coxa; Ppant: perímetro da panturrilha; CVF: capacidade vital forçada; l: litro; % prev.: percentual do previsto; VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF1/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física; MG: Minas Gerais; SP: São Paulo; RN: Rio Grande do Norte; RS: Rio Grande do Sul; PA: Pará; DF: Distrito Federal.

Com a análise descritiva do diagrama de caixas (boxplot) é possível observar que o número total de degraus alcançados decresce com o aumento da idade (Figura 9). O número de degraus subidos foi em média  $179 \pm 42$ . Como esperado, quando comparado o desempenho do teste entre homens e mulheres é observado diferença entre os sexos ( $p < 0,001$ ), confirmando que o sexo masculino apresenta desempenho melhor que o sexo feminino em 25 degraus ( $193 \pm 41$  vs.  $168 \pm 39$  degraus, respectivamente) (Figura 10).



**Figura 9.** Diagrama de caixas do desempenho no melhor TD6 × faixas etárias

Definição das abreviaturas: TD6-M: teste do degrau de seis minutos com melhor desempenho; \*  $p < 0,05$  entre 18-28 e demais faixas etárias; †  $p < 0,05$  entre 29-39 e demais faixas etárias; ‡  $p < 0,05$  entre 40-49 e demais faixas etárias; #  $p < 0,05$  entre 50-59 e demais faixas etárias.



**Figura 10.** Desempenho no melhor TD6 entre os sexos

Definição das abreviaturas: TD6-M: teste do degrau de seis minutos com melhor desempenho; \* $p < 0,05$

## 5.1 REPRODUTIBILIDADE

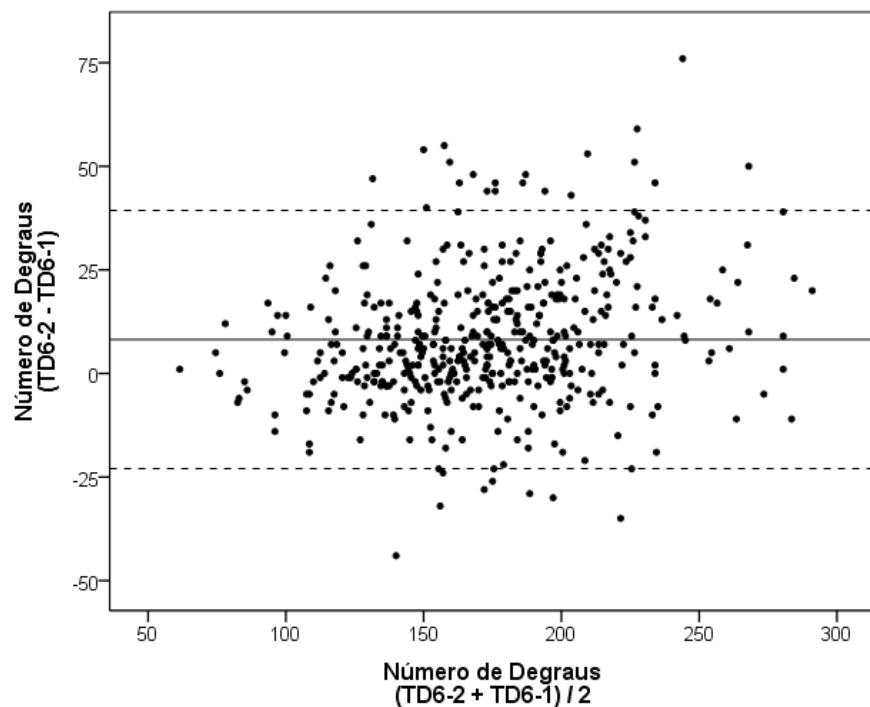
A análise de reprodutibilidade incluiu 470 indivíduos, sendo necessário a exclusão de 6 participantes que não realizaram o segundo TD6. Destes, 130 obtiveram o melhor desempenho no TD6-1, 321 foram melhores no TD6-2 e 19 indivíduos obtiveram desempenho igual nos dois testes. A confiabilidade entre os testes foi excelente, com o CCI de 0,96 (0,95-0,97,  $p < 0,001$ ). O teste  $t$  pareado entre os desempenhos no primeiro teste (TD6-1) e no segundo teste (TD6-2) mostrou diferença de  $169 \pm 39$  vs.  $177 \pm 42$  degraus ( $p < 0,001$ ), respectivamente, com média de diferença de 8 degraus entre os testes. Para as variáveis fisiológicas obtidas no início dos dois testes, todas se apresentaram reprodutíveis, sendo que a pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD) foram consideradas com reprodutibilidade excelente (CCI > 0,80), enquanto FC e BORG dispneia e fadiga foram consideradas com boa reprodutibilidade (CCI > 0,60 e < 0,80).

**Tabela 2** - Confiabilidade entre as variáveis iniciais do TD6-1 e TD6-2

Variável	TD6-1	TD6-2	TD6-1 x TD6-2			
			CCI	IC95%	EPM	valor de $p$
Número de degraus	$169 \pm 39$	$177 \pm 42$	0,96	0,95 - 0,97	5,36	<0,001
FCinicial	$78 \pm 12$	$85 \pm 13$	0,79	0,75 - 0,82	4,85	<0,001
Borg dispneia (inicial)	$0 \pm 0,9$	$0,5 \pm 0,9$	0,72	0,66 - 0,76	0,47	<0,001
Borg fadiga (inicial)	$0 \pm 0,9$	$1 \pm 1$	0,63	0,56 - 0,70	0,74	<0,001
PASinicial	$116 \pm 12$	$116 \pm 12$	0,86	0,83 - 0,88	3,15	<0,001
PADinicial	$76 \pm 9$	$76 \pm 9$	0,81	0,77 - 0,84	3,21	<0,001

Definição das abreviaturas: TD6-1: Primeiro teste do degrau de seis minutos; TD6-2: segundo teste do degrau de seis minutos; CCI: coeficiente de correlação intraclass; IC95%: intervalo de confiança de 95%; EPM: erro padrão de medida; FCinicial: frequência cardíaca antes do teste; PASinicial: pressão arterial sistólica antes do teste; PADinicial: pressão arterial diastólica antes do teste

Na Figura 11 é demonstrada o grau de concordância entre o número de degraus alcançados nos dois testes pela análise de Bland-Altman. A média das diferenças (número de degraus) foi de 8,4 degraus com limites de concordância entre -23,0 e 39,9 degraus. É possível observar que alguns indivíduos apresentaram melhor desempenho no segundo teste enquanto outros tiveram um desempenho melhor no primeiro. No entanto, a maioria da amostra estudada esteve dentro dos limites de concordância.



**Figura 11.** Concordância no número de degraus entre o TD6-1 e TD6-2 pela análise de Bland-Altman. A linha continua é referente à média das diferenças entre os testes e as linhas pontilhadas correspondem ao intervalo de confiança de 95%.

Definição das abreviaturas: TD6-2: desempenho no segundo teste do degrau de seis minutos; TD6-1: desempenho no primeiro teste do degrau de seis minutos

O EPM para diferença entre os dois testes foi de 5,36 e a DMD foi 14,8 degraus. Os valores de EPM entre as variáveis iniciais no primeiro e no segundo teste podem ser observadas na Tabela 2.

## 5.2 CORRELAÇÕES

A análise de correlações entre as variáveis antropométricas e demográficas com o desempenho no melhor TD6 evidenciou correlações moderada negativa entre este e a idade ( $r = -0,61, p < 0,01$ ) e moderada positiva com a variação da FC ( $r = 0,59, p < 0,01$ ). As demais correlações foram fracas, desprezíveis ou ausentes, como pode ser observados na Tabela 3.

**Tabela 3** - Correlação entre a variável de desfecho (total de degraus) no TD6-M com as variáveis independentes

Variáveis independentes	TD6-M	
	R	valor de <i>p</i>
Idade, anos	<b>-0,610</b>	< 0,0001
Sexo	<b>0,274</b>	< 0,0001
Peso, Kg	<b>0,128</b>	0,005
Altura, cm	<b>0,419</b>	< 0,0001
IMC, Kg/m <sup>2</sup>	<b>-0,208</b>	< 0,0001
CMID, cm	0,041	0,371
Pabd, cm	<b>-0,228</b>	< 0,0001
Pcoxa, cm	<b>0,145</b>	0,002
Ppan, cm	0,019	0,686
CVF, litros	0,000	0,999
CVF, % do previsto	<b>0,230</b>	< 0,0001
VEF1, litros	0,003	0,951
VEF1, % do previsto	0,029	0,527
VEF1/CVF	0,003	0,954
Nível de atividade física (IPAQ)	<b>0,176</b>	< 0,0001
ΔFC	<b>0,590</b>	< 0,0001

Definição das abreviaturas: TD6-M: melhor teste do degrau de seis minutos; ; IMC: índice de massa corpórea; CMID, cm: comprimento do membro inferior direito em centímetros; Pabd, cm: perímetro abdominal em centímetros; Pcoxa, cm: perímetro da coxa em centímetros; Ppan, cm: perímetro da panturrilha em centímetros; CVF: capacidade vital forçada; VEF1: volume expiratório no primeiro segundo; VEF1 /CVF relação do volume expiratório forçado no primeiro segundo pela capacidade vital forçada; IPAQ: questionário internacional de atividade física; FC: frequência cardíaca.

### 5.3 DESEMPENHO DA AMOSTRA MULTICÊNTRICA × PREDITO POR ARCURI *et al.*

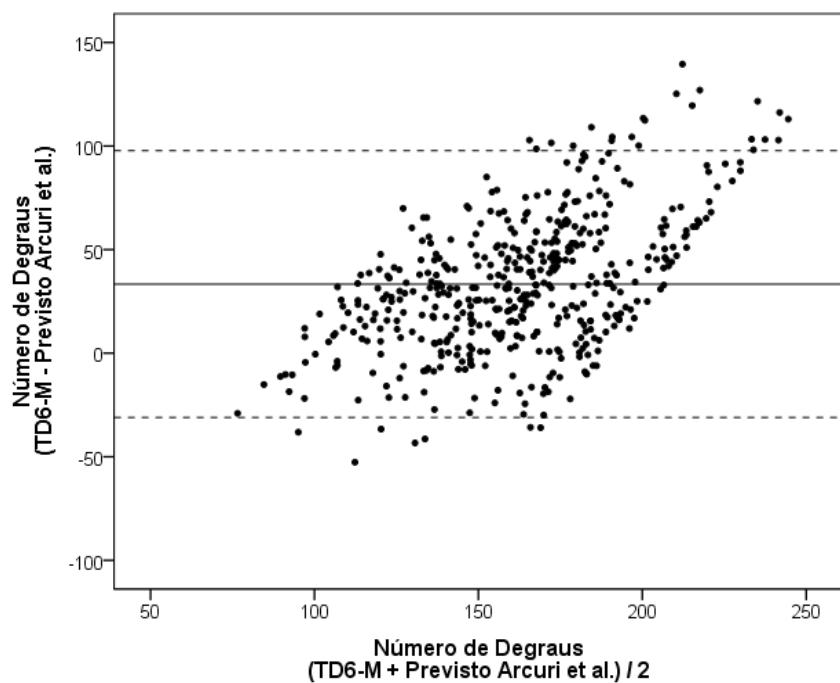
As equações propostas por Arcuri *et al.* (2016) predizem um total de subidas no degrau inferior aos alcançados em nossa amostra multicêntrica, o que subestima a performance de indivíduos saudáveis. A comparação entre o número total de degraus alcançados pela nossa amostra e o previsto proposto por Arcuri *et al.* podem ser observados na Tabela 4. Nenhuma das equações sugeridas pelos autores foram consideradas acuradas para esta amostra.

**Tabela 4** - Comparação entre o número de degraus alcançados no TD6-M x o previsto pela equação de Arcuri et al., 2016

	n	Média degraus TD6-M	Média degraus previsto	valor de p
Equação 1 (Arcuri et. al, 2016)				
Mulheres: N° Degraus = 174 - (1,05*idade)	271	168 ± 39	130 ± 18	< 0,0001
Homens: N° Degraus = 209 - (1,05*idade)	205	193 ± 41	167 ± 18	< 0,0001
Equação 2 (Arcuri et. al, 2016)				
Mulheres: N° Degraus = 222,09 - (0,8*idade) - (0,67*Cabd)	271	168 ± 39	132 ± 18	< 0,0001
Homens: N° Degraus = 263,17 - (0,8*idade) - (0,67*Cabd)	205	193 ± 41	170 ± 17	< 0,0001
Equação 3 (Arcuri et. al, 2016)				
Mulheres: N° Degraus = 222,09 - (0,876*idade) - (0,585*Cabd)	271	168 ± 39	136 ± 19	< 0,0001
Homens: N° Degraus = 263,17 - (0,876*idade) - (0,585*Cabd)	205	193 ± 41	175 ± 18	< 0,0001

Definição das abreviaturas: TD6-M: melhor teste do degrau de 6 minutos; Cabd: circunferência abdominal.

A Figura 12 apresenta o grau de concordância entre o número de degraus alcançados pela amostra multicêntrica no melhor teste e o previsto pela primeira equação de Arcuri *et al.* A média das diferenças (número de degraus) foi de 33,4 degraus com os limites de concordância entre -31,2 e 97,9 degraus. Entretanto, observou-se que a equação de Arcuri *et al.* tende a subestimar o número de degraus realizado pela amostra multicêntrica independente da performance ao teste (baixo e alto número de degraus realizados), levando a amplo limite superior e inferior de variabilidade.



**Figura 12.** Concordância no número de degraus realizados pela amostra multicêntrica e o previsto por Arcuri et al. (Equação 1) pela análise de Bland-Altman. A linha continua é referente à média das diferenças entre os testes e as linhas pontilhadas correspondem ao intervalo de confiança de 95%.

Definição das abreviaturas: TD6-M: desempenho no melhor teste do degrau de seis minutos

## 5.4 MODELOS DE PREVISÃO DA AMOSTRA MULTICÊNTRICA

Para estabelecer o modelo de equação a partir da amostra multicêntrica para o TD6, a regressão linear múltipla foi estimada com a participação de 471 indivíduos, sendo excluídos da análise 5 participantes outliers na realização do teste. Foi sugerido um modelo de previsão que explica 55% da variabilidade do teste ( $R^2 = 0,55$ ) utilizando as variáveis idade, sexo e o  $\Delta FC$ . A variável altura foi excluída do modelo provavelmente pela homogeneidade desta na amostra (Tabela 1). A descrição do modelo e a equação derivada, pode ser observado na Tabela 5.

**Tabela 5** - Variáveis preditoras do número total de degraus obtidas a partir da análise de regressão múltipla (stepwise)

	Coeficiente $\beta$ (IC 95%)	Coeficiente padronizado	valor de $p$
Modelo ( $R^2 = 0,55$ ):			
Constante	166,9 (153,684 – 180,040)		<0,001
Idade, anos	-1,0 (-1,163 – -0,828)	-0,410	<0,001
$\Delta FC$ , bpm	0,7 (0,565 – 0,809)	0,389	<0,001
Sexo	20,7 (15,517 – 25,834)	0,245	<0,001

Equação de Previsão:

$$\text{Degraus} = 166,9 - \text{idade} + (0,7 \times \Delta FC) + (20,7 \times \text{sexo}^*)$$

\*Onde: sexo feminino = 0 e sexo masculino = 1;  $\Delta FC$  = FCfinal - FCinicial

## 5.5 VALIDAÇÃO A POSTERIORI E ANÁLISE DAS EQUAÇÕES

Uma nova amostra foi coletada para a comparação entre as fórmulas propostas por Arcuri *et al.* e o modelo estabelecido neste estudo. As características deste outro grupo, composto por 46 indivíduos saudáveis (24 mulheres), incluídos na análise *a posteriori* foram: idade  $43 \pm 16$  anos e IMC de  $25 \pm 3 \text{ kg/m}^2$ , como observado na Tabela 6.

**Tabela 6 - Caracterização da amostra posterior**

Váriável	TOTAL (n= 46)	Masculino n (%) 22 (48)	Feminino n (%) 24 (52)
Idade (anos)	43 ± 16	44 ±16	43 ± 16
Altura (cm)	169 ± 9	176 ± 6	163 ± 7
Peso (Kg)	73 ± 13	81 ± 11	65 ± 10
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	25 ± 3	26 ± 3	25 ± 3
Pabd (cm)	88 ± 11	93 ± 11	83 ± 9
CMID (cm)	88 ± 7	90 ± 6	86 ± 7
Pcoxa (cm)	51 ± 5	51 ± 4	51 ± 6
Ppant (cm)	38 ± 4	39 ± 5	37 ± 2
Classificação do IMC n (%)			
Peso normal	24 (52)	9 (41)	15 (62,5)
Sobrepeso	21 (46)	12 (55)	9 (37,5)
Obesidade grau I	1 (2)	1 (4)	0 (0)
Faixa Etária, n (%)			
18-28	9 (19,6)	4 (18,2)	5 (20,8)
29-39	10 (21,7)	5 (22,7)	5 (20,8)
40-49	10 (21,7)	5 (22,7)	5 (20,8)
50-59	9 (19,6)	4 (18,2)	5 (20,8)
60-69	6 (13,0)	3 (13,6)	3 (12,5)
70-79	2 (4,3)	1 (4,5)	1 (4,2)
Hipertensos, n (%)	10 (21,7)	4 (18,2)	6 (25,0)
Diabéticos, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Tabagistas, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
IPAQ, n (%)			
Muito ativo	20 (43,5)	9 (40,9)	11 (45,8)
Ativo	18 (39,1)	11 (50,0)	7 (29,2)
Irregularmente ativo A	7 (15,2)	2 (9,1)	5 (20,8)
Irregularmente ativo B	1 (2,2)	0 (0)	1 (4,2)
Sedentário	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Definição das abreviaturas: cm: centímetro; Kg: quilograma; IMC: Índice de Massa Corpórea; m<sup>2</sup>: metro quadrado; Pabd: perímetro abdominal; CMID: comprimento do membro inferior direito; Pcoxa: perímetro da coxa; Ppant: perímetro da panturrilha; IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física.

As comparações entre o desempenho no TD6 da amostra *a posteriori* e os previstos pelas equações de Arcuri *et al.* e o novo modelo proposto pela amostra multicêntrica estão exibidos na Tabela 7. Pode-se observar que as equações de Arcuri *et al.* apresentam diferença com a média de degraus alcançados pela amostra *a posteriori* ( $p < 0,05$ ) enquanto a equação proposta a partir da amostra multicêntrica não apresenta diferença com o real desempenho ( $p > 0,05$ ).

A equação proposta pela amostra multicêntrica apresentou correlação moderada com o desempenho ( $r = 0,59$ , com  $p < 0,01$ ), enquanto as equações propostas por Arcuri *et al.*

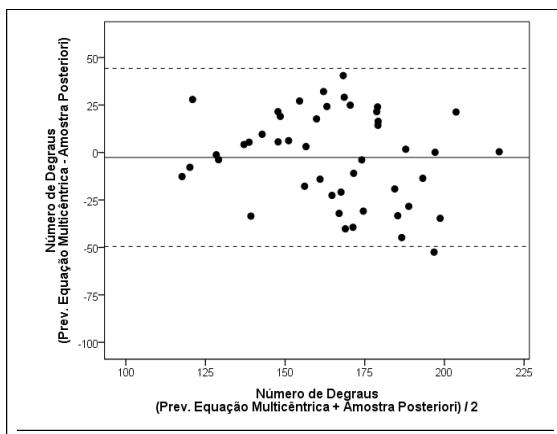
apresentaram correlações fracas com o desempenho no teste ( $r = 0,41$ ;  $r = 0,44$ ;  $r = 0,44$ , com  $p < 0,01$ , respectivamente).

**Tabela 7** - Comparação entre o número de degraus alcançados no TD6 da amostra posteriori  $\times$  o previsto pela equação de Arcuri et. al, 2016 e o modelo de previsão da amostra multicêntrica

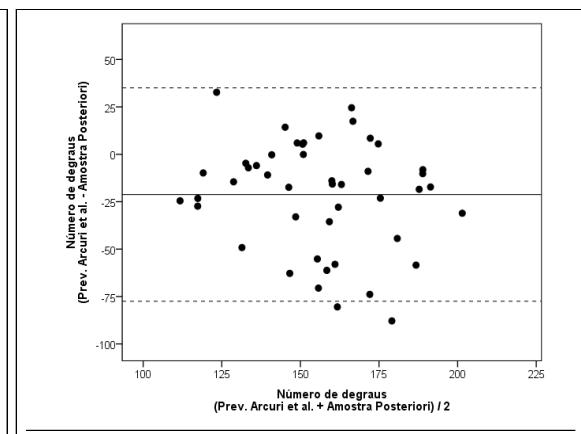
Equações de predição	Média degraus TD6	Média degraus previsto $\pm$ DP	Média degraus TD6 $\pm$ DP	valor de $p$
<b>Arcuri et. al, 2016</b>				
Equação 1		$145 \pm 24$		< 0,0001
Equação 2		$148 \pm 24$	$167 \pm 28$	< 0,0001
Equação 3		$153 \pm 25$		0,002
<b>Amostra multicêntrica</b>				
Equação		$164 \pm 24$	$167 \pm 28$	<b>0,462</b>

Definição das abreviaturas: TD6: teste do degrau de seis minutos; DP: desvio padrão

A Figura 13A apresenta a análise de concordância entre o número de degraus previsto pela equação multicêntrica e o realizado pela amostra *a posteriori*, com média das diferenças (número de degraus) de -2,6 degraus e limites de concordância entre -49,4 e 44,2 degraus. A Figura 13B apresenta a análise de concordância entre o número de degraus previsto pela equação de Arcuri *et al.* e o realizado pela amostra *a posteriori*, com média das diferenças (número de degraus) de -21,2 degraus e limites de concordância entre -77,5 e 35,0 degraus. É possível observar que a equação multicêntrica e o desempenho da amostra *a posteriori* produziu limites de concordância mais estreitos, sendo, portanto, resultando em dados mais concordantes.



**Figura 13A.** Concordância no número de degraus previsto por Arcuri et al. e o realizado pela amostra posteriori através da análise de Bland-Altman. A linha contínua é referente à média das diferenças entre os testes e as linhas pontilhadas correspondem ao intervalo de confiança de 95%. Definição das abreviaturas: Prev.: previsto



**Figura 13B.** Concordância no número de degraus previsto por Arcuri et al. e o realizado pela amostra posteriori através da análise de Bland-Altman. A linha contínua é referente à média das diferenças entre os testes e as linhas pontilhadas correspondem ao intervalo de confiança de 95%. Definição das abreviaturas: Prev.: previsto

## 6 DISCUSSÃO

O presente estudo estabeleceu uma nova equação que pode ser usada para prever o desempenho no número de degraus subidos no TD6 para adultos e idosos brasileiros. Idade, sexo e  $\Delta$ FC explicaram 55% da variação no número de degraus. Posteriormente, confirmamos que mulheres e idosos subiram um número menor de degraus do que voluntários homens e adultos mais jovens. Também determinamos que o TD6 é altamente reproduzível nesta amostra de voluntários.

Este estudo apresentou duas características metodológicas robustas: uma amostra grande para fins de uma equação de previsão do TD6 e o desenho do estudo de uma amostra multicêntrica envolvendo cinco regiões do país.

Segundo os dados mais recentes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população brasileira segue com uma maior proporção de indivíduos jovens (menores de 39 anos), estimada em 42,2% da população, intermediária entre indivíduos de meia idade (entre 40 e 59 anos), com 22,6% da população e menor entre indivíduos idosos (maiores de 60 anos), com 9,4% da população total. Em nosso estudo, a proporção de indivíduos por faixa etária correspondeu à proporção real no país, que abrangeu 248 (52%) jovens menores de 39 anos, 133 (28%) indivíduos de meia-idade (entre 40 e 59 anos) e 95 (20%) idosos (entre 60 e 79 anos).

Como esperado, houve diminuição no desempenho do TD6 com o envelhecimento (HAWKINS; WISWELL, 2003). Esse achado corrobora com relatos anteriores de reduções na capacidade aeróbica e anaeróbica relacionadas à idade (WANDERLEY et al., 2011). É sabido que o envelhecimento tem sido associado a redução da função cardiovascular e alterações na capacidade oxidativa, tipo de fibra, estrutura e função do músculo esquelético (WHALEY; BRUBAKER; OTTO, 2006). Portanto, a razão desse declínio parece dever-se tanto a adaptações centrais quanto periféricas (HAWKINS; WISWELL, 2003). Outros autores observaram resultados semelhantes em seus estudos entre a correlação da idade e a capacidade de exercício avaliada por diferentes testes de exercício (ARCURI et al., 2016; CARTER et al., 2003; IWAMA et al., 2009).

Além disso, observamos que os homens apresentaram desempenho superior ao das mulheres em 25 degraus. A literatura científica é consistente em mostrar as diferenças entre homens e mulheres em vários aspectos fisiológicos que podem influenciar o desempenho do exercício, tais como: composição corporal, função cardiovascular, função pulmonar,

metabolismo de substratos e termorregulação (HARMS; COOPER; TANAKA, 2011). No geral, os homens apresentam menos gordura corporal e maior capacidade aeróbia quando comparada as mulheres (ARCURI et al., 2016; SOARES; PEREIRA, 2011).

Nosso estudo mostrou que o TD6 foi altamente reprodutível, corroborando com resultados de estudos anteriores que defendem que o TD6 não necessita de familiarização. Portanto, a administração de um único TD6 na prática clínica é o suficiente para determinar o desempenho no teste (GIACOMANTONIO et al., 2018; PESSOA et al., 2014).

Nós mostramos que o EPM foi de 5,36 e a DMD foi 15 degraus. Portanto, ao realizar o TD6, devemos considerar que indivíduos que apresentam desempenho com um número de degraus abaixo de 15 degraus do valor previsto, provavelmente apresentam alguma condição que limita sua capacidade de exercício. Além disso, indivíduos que apresentam aumento no número de degraus de um teste para outro de valores inferiores ou igual a 15 degraus não podem ser considerados com melhora clínica, uma vez que esta variância é esperada entre a aplicação de dois testes. Nossa taxa de erro e a DMD foi menor quando comparada ao estudo de Arcuri *et al.* que mostrou uma DMD de 27,26 degraus e um EPM de 11,75 (ARCURI et al., 2016). Acreditamos que essa diferença se deve ao tamanho da amostra multicêntrica e com boa distribuição por faixas etárias possibilitando uma amostra bem estratificada.

Diante do modelo de equação apresentada neste estudo, podemos observar que idade, sexo e  $\Delta FC$  foram variáveis que explicaram, pelo menos em parte, o número de degraus subidos. Geralmente essas variáveis também são preditoras em outras equações de referência para testes de capacidade funcional, como no TC6 (BRITTO et al., 2013; IWAMA et al., 2009) e no teste de Shuttle walk test (JURGENSEN et al., 2011).

Nossa equação incluindo idade,  $\Delta FC$  e sexo explicou 55% da variação no TD6. O  $\Delta FC$  foi considerada como uma variável importante no modelo e representa a influência da intensidade adotada no teste, correspondendo 59% de correlação parcial com o desempenho. Estudos anteriores mostraram a importância de considerar a FC durante a realização de testes funcionais (BRITTO et al., 2013; CHETTA et al., 2006) e que o  $\Delta FC$  está relacionada com motivação do indivíduo durante o teste. Britto *et al.* (2013) destacam que em testes autocadenciados, o fato dos sujeitos apresentarem liberdade para escolher a velocidade durante o teste, faz com que o desempenho no teste dependa da motivação que estes indivíduos apresentam, sendo ela extrínseca (realizada pela padronização dos incentivos) e intrínseca (BRITTO et al., 2013). Sendo assim, o  $\Delta FC$  reflete o trabalho realizado no teste, incluindo também a motivação intrínseca dos voluntários durante o teste.

Portanto, diante do exposto anteriormente entre a relação do envelhecimento, das diferenças entre os sexos e suas influências durante o desempenho em diversas atividades, assim como a importância do ΔFC, consideramos que a equação proposta a partir da amostra multicêntrica, por explicar mais da metade da variação no TD6 é adequada para prever com precisão o TD6 dos brasileiros adultos e idosos.

Neste presente estudo, variáveis como altura, peso e o IMC apresentaram correlações com o desempenho, no entanto não foram consideradas relevantes para a equação de previsão, sendo que a altura entrou na análise e foi excluída pela regressão, enquanto peso e IMC apresentaram correlações desprezíveis para essa amostra. Acreditamos que o fato dessa amostra não apresentar uma variação muito ampla entre as alturas e pesos dos voluntários, além do fato deste estudo incluir apenas indivíduos com IMC dentro dos valores de normalidade ( $\leq 30\text{kg/m}^2$ ), dificultou uma correlação mais robusta entre as essas variáveis com o desempenho. Acreditamos que novos estudos, com indivíduos obesos ( $\text{IMC} \geq 30\text{kg/m}^2$ ) seja importante para identificar melhor a relação entre essas variáveis com o desempenho no TD6, uma vez que essas variáveis são presentes em outras equações de previsão em estudos de testes de capacidade funcional (BRITTO et al., 2013; DOURADO; VIDOTTO; GUERRA, 2011; JURGENSEN et al., 2011; SOARES; PEREIRA, 2011). No entanto, vale ressaltar, que no único estudo que sugere uma equação para o TD6, essas variáveis também não entraram no modelo de previsão (ARCURI et al., 2016).

Na última década, tem havido um número crescente de estudos (CHÉHÈRE et al., 2016; FIORITTO et al., 2019; GROSBOIS et al., 2016; JONES et al., 2017; MAZZARIN et al., 2018; PESSOA et al., 2014; REYCHLER et al., 2018) utilizando o TD6 devido à sua simplicidade e vantagem de requerer pouco espaço para sua realização, o que justifica a necessidade do desenvolvimento de uma equação de previsão válida para a população brasileira. Recentemente, Arcuri *et al.* propuseram a primeira equação de referência para o TD6 (ARCURI et al., 2016). Os autores mostraram que a idade e o sexo influenciaram em 48% da variância do desempenho no teste e que ao acrescentar o perímetro abdominal, a variância no teste aumentava somente mais 2%. Sendo assim, identificamos algumas limitações neste estudo que podem limitar a validade externa dos dados apresentados, como uma amostra a partir de uma população local de um único centro e um tamanho de amostra relativamente pequeno (91 indivíduos) para estabelecer uma equação de referência para prever o TD6. Além disso, a equação de previsão explicou menos da metade do desempenho no teste e os autores não apresentaram uma validação prospectiva dos valores de referência propostos.

Nós avaliamos uma amostra posteriormente a fim de verificar a veracidade da nossa equação na previsão do TD6 e também para comparar com a equação proposta por Arcuri *et al.* (2016). De fato, nossa equação foi aplicada nessa amostra *a posteriori* e o valor previsto não foi diferente do desempenho real no TD6 (164 vs. 167 degraus respectivamente,  $p = 0,462$ ), comprovando que a equação é precisa na previsão do desempenho. Quando avaliada a equação proposta por Arcuri *et al.* (2016), mostramos que seus valores preditos subestimaram o número de degraus alcançados e mostram diferença na amostra estudada *a posteriori* (145 vs. 167 degraus, respectivamente,  $p < 0,001$ ). Essa discrepância pode ser atribuída ao tamanho da amostra (91 vs. 476 indivíduos) e diferenças nas características da população (estudo de centro único vs. estudo multicêntrico e amostra incluindo indivíduos obesos). A relação entre obesidade e redução da capacidade funcional já foi descrita anteriormente (CARVALHO et al., 2015; HARMS; COOPER; TANAKA, 2011; JURGENSEN et al., 2011) e pode ter influenciado no desempenho dos indivíduos neste estudo, subestimando o esperado para indivíduos saudáveis. Portanto, como a equação proposta neste estudo explicou mais da metade da variação no TD6 e mostrou-se válida em uma amostra prospectiva, consideramos esta mais adequada para prever com maior precisão o TD6 para brasileiros.

Investigações sobre o TD6 são desejáveis e oportunas, pois há expectativa de que o TD6 seja amplamente utilizado com o advento de novas estratégias reabilitadoras como a telereabilitação e a reabilitação domiciliar. No cenário atual, sabe-se que apenas 5% dos pacientes com indicação para a reabilitação pulmonar têm acesso a esse serviço (SPRUIT et al., 2013). As razões são multifatoriais como barreiras logísticas, socioeconômicas, entre outras. Em contrapartida, essas novas estratégias de intervenção como a telereabilitação e a reabilitação domiciliar tem crescido, porém, os testes tradicionais de avaliação como o TC6 são inviáveis de serem realizados em ambiente domiciliar diante da necessidade de um amplo espaço físico para sua realização. Neste contexto, o TD6 torna-se uma potencial alternativa para avaliação destes pacientes.

Como limitação, embora este estudo seja multicêntrico, a amostra não foi randomizada. No entanto, o fato de termos avaliado voluntários de diferentes centros pode, pelo menos em parte, garantir a diversificação da amostra.

## CONCLUSÃO

Este estudo fornece uma equação de previsão de valores de referência do TD6 acurada e com validade externa, baseada em simples parâmetros demográficos e fisiológicos como idade, sexo e  $\Delta FC$ . Adicionalmente, o TD6 se mostrou reproduzível, sugerindo que a realização de um único teste é suficiente para determinar o desempenho do indivíduo nesta tarefa, facilitando sua utilização na prática clínica. Em suma, o presente estudo fornece uma base comparativa para responder questões sobre a normalidade da resposta de pacientes ao TD6 e que afeta diretamente o processo de tomada de decisão.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição.** 10<sup>a</sup> ed. [s.l.] Guanabara Koogan, 2018.
- AMERICAN THORACIC SOCIETY. ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 166, n. 1, p. 111–117, 2002.
- ANNEGARN, J. et al. Problematic activities of daily life are weakly associated with clinical characteristics in COPD. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 13, n. 3, p. 284–290, 2012.
- ARAÚJO, C. G. S. DE. Teste de exercício: terminologia e algumas considerações sobre passado, presente e futuro baseadas em evidências. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 6, n. 3, p. 77–84, 2000.
- ARCURI, J. F. et al. Validity and reliability of the 6-minute step test in healthy individuals. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 26, n. 1, p. 69–75, 2016.
- ÁVILA-FUNES, J. A.; GRAY-DONALD, K.; PAYETTE, H. Medición de las capacidades físicas de adultos mayores de Quebec: Un análisis secundario del estudio NuAge. **Salud Pública de Mexico**, v. 48, n. 6, p. 446–454, 2006.
- BALKE, B. A simple field test for the assessment of physical fitness. **Report. Civil Aeromedical Research Institute US**, p. 1–8, 1963.
- BELARDINELLI, R. et al. Randomized, controlled trial of long-term moderate exercise training in chronic heart failure: effects on functional capacity, quality of life, and clinical outcome. **Circulation**, v. 99, n. 9, p. 1173–1182, 1999.
- BELARDINELLI, R. et al. 10-year exercise training in chronic heart failure. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 60, n. 16, p. 1521–1528, 2012.
- BERNARD, S. et al. Prescribing exercise training in pulmonary rehabilitation: a clinical experience. **Portuguese Journal of pulmonology**, v. 20, n. 2, p. 92–100, 2014.
- BITTNER, V. et al. Prediction of mortality and morbidity with a 6-minute walk test in patients with left ventricular dysfunction. **Journal of the American Medical Association**, v. 270, n. 14, p. 1702–1707, 1993.
- BONNEVIE, T. et al. Six-minute stepper test to set pulmonary rehabilitation intensity in patients with COPD—a retrospective study. **COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 14, n. 3, p. 293–297, 2017.
- BOREL, B. et al. An original field evaluation test for chronic obstructive pulmonary disease

- population: the six-minute stepper test. **Clinical Rehabilitation**, v. 24, n. 1, p. 82–93, 2010.
- BORG, G. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 14, p. 377–381, 1982.
- BORG, G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. **Scandinavian Journal of Work, Environment and Health**, v. 16, n. SUPPL. 1, p. 55–58, 1990.
- BRITTO, R. R. et al. Reference equations for the six-minute walk distance based on a brazilian multicenter study. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 17, n. 6, p. 556–563, 2013.
- BRITTO, R. R.; SOUZA, L. A. P. DE S. Teste de caminhada de seis minutos uma normatização brasileira. **Fisioterapia em movimento**, v. 19, n. 4, p. 49–54, 2006.
- BROUHA, L.; GRAYBIEL, A.; HEATH, C. Step Test: Simple method of measuring physical fitness for hard muscular work in adult man. **Reviews of Canadian Biology**, v. 2, p. 86, 1943.
- BUFORD, T. W. et al. Active muscle regeneration following eccentric contraction-induced injury is similar between healthy young and older adults. **Journal of Applied Physiology**, v. 116, p. 1481–1490, 2014.
- BUI, K.-L. et al. Functional tests in chronic obstructive pulmonary disease, Part 1: clinical relevance and links to the international classification of functioning, disability, and health. **Annals of the American Thoracic Society**, v. 14, n. 5, p. 778–784, maio 2017.
- BUTLAND, R. J. A. et al. Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease. **British Medical Journal**, v. 284, p. 1607–1608, 1982.
- CADORE, E. L.; IZQUIERDO, M. Exercise interventions in polypathological aging patients that coexist with diabetes mellitus: improving functional status and quality of life. **Age**, v. 37, n. 64, p. 1–13, 2015.
- CAHALIN, L. P. et al. The six-minute walk test predicts peak oxygen uptake and survival in patients with advanced heart failure. **Chest**, v. 110, n. 2, p. 325–332, 1996.
- CAMARGO, A. A. et al. Reproducibility of step tests in patients with bronchiectasis. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 17, n. 3, p. 255–262, 2013.
- CARTER, R. et al. Predicting oxygen uptake for men and women with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 84, n. 8, p. 1158–1164, 2003.
- CARVALHO, L. P. et al. Prediction of cardiorespiratory fitness by the six-minute step test and its association with muscle strength and power in sedentary obese and lean young women: A cross-sectional study. **PLOS ONE**, v. 10, n. 12, p. 1–16, 2015.

- CASANOVA, C. et al. The 6-min walk distance in healthy subjects: Reference standards from seven countries. **European Respiratory Journal**, v. 37, n. 1, p. 150–156, 2011.
- CELLI, B. R. et al. Standards for the diagnosis and treatment of patients with COPD: A summary of the ATS/ERS position paper. **European Respiratory Journal**, v. 23, n. 6, p. 932–946, 2004.
- CHÉHÈRE, B. et al. Cardiorespiratory response to different exercise tests in interstitial lung disease. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 12, p. 2345–2352, 2016.
- CHETTA, A. et al. Reference values for the 6-min walk test in healthy subjects 20-50 years old. **Respiratory Medicine**, v. 100, n. 9, p. 1573–1578, 2006.
- COLE, C. R.; FOODY, J. M.; BLACKSTONE, E. . Heart rate recovery after submaximal exercise testing as a predictor of mortality in a cardiovascularly healthy cohort. **Annals of Internal Medicine**, v. 132, p. 552–555, 2000.
- COOPER, K. H. A means of assessing maximal oxygen intake. **Journal of the American Medical Association**, v. 203, n. 3, p. 135–138, 1968.
- COQUART, J. B. et al. Reproducibility and sensitivity of the 6-minute stepper test in patients with COPD. **COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 12, n. 5, p. 533–538, 2015.
- CRAIG, C. L. et al. International physical activity questionnaire: 12-Country reliability and validity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 8, p. 1381–1395, 2003.
- DA COSTA, C. H. et al. Can we use the 6-minute step test instead of the 6-minute walking test? An observational study. **Physiotherapy**, v. 103, n. 1, p. 48–52, 2017.
- DA COSTA, J. N. et al. Reproducibility of cadence-free 6-minute step test in subjects with COPD. **Respiratory Care**, v. 59, n. 4, p. 538–542, 2014.
- DA SILVA, T. D. et al. Comparison between the six-minute walk test and the six-minute step test in post stroke patients. **International Archives of Medicine**, v. 6, p. 31, 2013.
- DAL CORSO, S. et al. A step test to assess exercise-related oxygen desaturation in interstitial lung disease. **European Respiratory Journal**, v. 29, n. 2, p. 330–336, 2007.
- DE ALMEIDA, L. B. et al. Functional capacity change impacts the quality of life of hospitalized patients undergoing hematopoietic stem cell transplantation. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 98, n. 6, p. 450–455, 2019.
- DE ANDRADE, C. H. S. et al. Comparison of cardiopulmonary responses during 2 incremental step tests in subjects with COPD. **Respiratory Care**, v. 57, n. 11, p. 1920–1926, 2012.
- DI THOMMAZO-LUPORINI, L. et al. The six-minute step test as a predictor of

- cardiorespiratory fitness in obese women. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 51, n. 6, p. 793–802, 2015.
- DOURADO, V. Z.; VIDOTTO, M. C.; GUERRA, R. L. F. Equações de referência para os testes de caminhada de campo em adultos saudáveis. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 37, n. 5, p. 607–614, 2011.
- ENRIGHT, P. L. The six-minute walk test. **Respiratory Care**, v. 48, n. 8, p. 783–785, 2003.
- FIORITTO, A. P. et al. Individualized in-hospital exercise training program for people undergoing hematopoietic stem cell transplantation: a feasibility study. **Disability and Rehabilitation**, 2019.
- GAULT, M. L. et al. Aging , Functional Capacity and Eccentric Exercise Training. **Aging and Disease**, v. 4, n. 6, p. 351–363, 2013.
- GIACOMANTONIO, N. et al. Reliability and validity of the 6-minute step test for clinical assessment of cardiorespiratory fitness in people at risk of cardiovascular disease. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 00, n. 00, p. 1, 2018.
- GRÄSBECK, R. The evolution of the reference value concept. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine**, v. 42, n. 7, p. 692–697, 2004.
- GROSBOIS, J. M. et al. Six-minute stepper test: a valid clinical exercise tolerance test for COPD patients. **International Journal of COPD**, v. 11, n. 1, p. 657–663, 2016.
- GUIMARÃES, J. I.; STEIN, R.; VILAS-BOAS, F. Normatização de técnicas e equipamentos para realização de exames em ergometria e ergoespirometria. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 80, n. 4, p. 457–464, 2003.
- GUYATT, G. H. et al. Effect of encouragement on walking test performance. **Thorax**, v. 39, p. 818–822, 1984.
- HARMS, C. A.; COOPER, D.; TANAKA, H. Exercise physiology of normal development, sex differences, and aging. **Comprehensive Physiology**, v. 1, n. 4, p. 1649–1678, 2011.
- HAWKINS, S. A.; WISWELL, R. A. Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging: implications for exercise training. **Sports Medicine**, v. 33, n. 12, p. 877–888, 2003.
- HERDY, A. H. et al. Cardiopulmonary exercise test: fundamentals, applicability and interpretation. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 107, n. 5, p. 467–481, 2016.
- HOLLAND, A. E.; SPRUIT, M. A.; SINGH, S. J. How to carry out a field walking test in chronic respiratory disease. **Breath**, v. 11, n. 2, p. 128–139, 2015.
- HOWLEY, E. T. VO<sub>2</sub>max and the plateau—needed or not? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, p. 101–102, 2007.

- IWAMA, A. M. et al. The six-minute walk test and body weight-walk distance product in healthy brazilian subjects. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 42, n. 11, p. 1080–1085, 2009.
- JOHNSON, R.; BROUHA, L.; DARLING, R. A test of physical fitness for strenuous exercise. **Reviews of Canadian Biology**, v. 1, p. 491–503, 1942.
- JONES, S. et al. Assessment of exercise capacity and oxygen consumption using a 6 min stepper test in older adults. **Frontiers in Physiology**, v. 8, n. JUN, p. 2–8, 2017.
- JOSÉ, A.; DAL CORSO, S. Step tests are safe for assessing functional capacity in patients hospitalized with acute lung diseases. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**, v. 36, n. 1, p. 56–61, 2016.
- JOYNER, M. J. More bad news from exercising muscle? **Circulation**, v. 110, p. 2978–2979, 2004.
- JURGENSEN, S. P. et al. The incremental shuttle walk test in older brazilian adults. **Respiration**, v. 81, p. 223–228, 2011.
- KOO, T. K.; LI, M. Y. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. **Journal of Chiropractic Medicine**, v. 15, n. 2, p. 155–163, 2016.
- MACARDLE, W. et al. Reliability and interrelationship between maximal oxygen intake, physical work capacity and step-test scores in college women. **Medicine and Science in Sports**, v. 4, n. 4, p. 182–6, 1972.
- MACHADO, N. C. et al. Estudo comparativo entre os resultados do teste de caminhada de seis minutos e do teste do degrau de seis minutos em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. **Arquivos Médicos do ABC**, v. 32, p. 47–50, 2007.
- MARRARA, K. T. et al. Responsividade do teste do degrau de seis minutos a um programa de treinamento físico em pacientes com DPOC. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 38, n. 5, p. 579–587, 2012.
- MASTER, A.; OPPENHEIMER, E. A simple exercise tolerance test for circulatory efficiency with standard tables for normal individuals. **The American Journal of the Medical Sciences**, v. 177, n. 2, p. 229–43, 1929.
- MAZZARIN, C. et al. Physical inactivity, functional status and exercise capacity in COPD patients receiving home-based oxygen therapy. **COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 15, n. 3, p. 271–276, 2018.
- MCGAVIN, C. R.; GUPTA, S. P.; MCHARDY, G. J. R. Twelve-minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. **British Medical Journal**, v. 1, p. 822–823, 1976.

- MENEGHELO, R. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, n. 5 suppl.1, p. 1–26, 2010.
- NAGLE, F.; BALKE, B.; BRANCH, B. The gradational step test for assessing cardiopulmonary capacity: na experimental evaluation of treadmill and step test procedures. [Report]. Civil Aeromedical Research Institute, p. 1–12, 1964.
- NEDER, J. A.; NERY, L. E. Teste de exercício cardiopulmonar. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 28, n. Supl 3, p. 166–206, 2002.
- NEDER, J. A.; NERY, L. E. Parte I. Fundamentos fisiológicos. In: **Fisiologia Clínica do Exercício: Teoria e Prática**. 1<sup>a</sup> edição ed. [s.l: s.n.]. p. 404.
- NEDER, J. A.; NERY, L. E. Parte II. Teste de exercício cardiopulmonar. In: **Fisiologia Clínica do Exercício: Teoria e Prática**. [s.l: s.n.]. p. 166–183.
- NEGREIROS, A. et al. Predictive validity analysis of six reference equations for the 6-minute walk test in healthy brazilian men: a cross-sectional study. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 21, n. 5, p. 350–356, 2017.
- NOONAN, V.; DEAN, E. Submaximal exercise testing: clinical application and interpretation. **Physical Therapy**, v. 80, n. 8, p. 782–807, 2000.
- PALANGE, P. et al. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. **European Respiratory Journal**, v. 29, n. 5, p. 185–209, 2007.
- PASANEN, T. et al. Exercise therapy for functional capacity in chronic diseases : an overview of meta-analyses of randomised controlled trials. **British Journal of Sports Medicine**, p. 1–9, 2017.
- PATINO, C. M.; FERREIRA, J. C. Validade interna e externa : você pode aplicar resultados de pesquisa para seus pacientes? **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 44, n. 3, p. 183, 2018.
- PEREIRA, C. A. D. C. Espirometria. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 28, n. supl 3, p. S1–S82, 2002.
- PEREIRA, C. A. DE C.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, n. 4, p. 397–406, 2007.
- PESSOA, B. V. et al. Validity of the six-minute step test of free cadence in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 18, n. 3, p. 228–236, 2014.
- PICHON, R. et al. Responsiveness and minimally important difference of the 6-minute stepper test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Respiration**, v. 91, n. 5,

- p. 367–373, 2016.
- PIERCY, K. L. et al. The physical activity guidelines for americans. **JAMA**, v. 320, n. 19, p. 2020–2028, 2018.
- PITTA, F. et al. Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 171, n. 9, p. 972–977, 2005.
- POLKEY, M. I.; MOXHAM, J. Attacking the disease spiral in chronic obstructive pulmonary disease. **Clinical Medicine**, v. 6, n. 2, p. 190–196, 2006.
- PORTNEY, LESLIE GROSS; WATKINS, M. **Foundations of clinical research: applications to practice**. 3ed. ed. [s.l.] Upper saddle river: prentice-hall, 2007.
- POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 8<sup>a</sup> ed. [s.l: s.n.].
- REARDON, J. Z.; LAREAU, S. C.; ZUWALLACK, R. Functional status and quality of life in chronic obstructive pulmonary disease. **American Journal of Medicine**, v. 119, n. 10 SUPPL., p. 32–37, 2006.
- REYCHLER, G. et al. Validation of 6 min step test and 4-m gait speed in children: a randomized cross-over study. **Gait and Posture**, v. 61, p. 19–24, 2018.
- ROSA, T. E. DA C. et al. Fatores determinantes da capacidade funcional entre idosos. **Revista de Saude Pública**, v. 37, n. 1, p. 40–8, 2003.
- RYHMING, I. A modified harvard step test for the evaluation of physical fitness. **Arbeitsphysiologie**, v. 15, n. 3, p. 235–50, 1953.
- SHEPHARD, R. J. Maximal oxygen intake and independence in old age. **British Journal of Sports Medicine**, v. 43, p. 342–346, 2009.
- SICONOLFI, S. et al. A simple, valid step test for estimating maximal oxygen uptake in epidemiologic studies. **American Journal of Epidemiology**, v. 121, n. 3, p. 382–90, 1985.
- SINGH, S. J. et al. An official systematic review of the European Respiratory Society/American Thoracic Society: measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. **European Respiratory Journal**, v. 44, n. 6, p. 1447–1478, 2014.
- SOARES, M. R.; PEREIRA, C. A. DE C. Teste de caminhada de seis minutos: valores de referência para adultos saudáveis no Brasil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 37, n. 5, p. 576–583, 2011.
- SOLWAY, S. et al. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. **Chest**, v. 119, n. 1, p. 256–70, 2001.

- SPRUIT, M. A. et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 188, n. 8, p. e14–e64, 2013.
- STEELE, R. Timed walking tests of exercise capacity in chronic cardiopulmonary illness. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation**, v. 16, p. 25–33, 1996.
- STUART, R. J.; ELLESTAD, M. H. National survey of exercise stress testing facilities. **Chest**, v. 77, n. 1, p. 94–97, 1980.
- SYKES, K. Capacity assessment in the workplace: a new step test. **Occupational Health (London)**, v. 47, n. 1, p. 20–2, 1995.
- THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR THE ADVANCEMENT OF KINANTHROPOMETRY. **International standards for anthropometric assessment**. [s.l.: s.n.].
- TROOSTERS, T. et al. Physiological responses to the 6-min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **European Respiratory Journal**, v. 20, n. 3, p. 564–569, 2002.
- TURNER, S. E. et al. Physiologic responses to incremental and self-paced exercise in COPD: a comparison of three tests. **Chest**, v. 126, n. 3, p. 766–773, 2004.
- WANDERLEY, F. A. C. et al. Associations between objectively assessed physical activity levels and fitness and self-reported health-related quality of life in community-dwelling older adults. **Quality of Life Research**, v. 20, n. 9, p. 1371–1378, 2011.
- WHALEY, M. H.; BRUBAKER, P. H.; OTTO, R. M. Cálculos metabólicos. In: **Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição**. 7. ed. [s.l.] Guanabara Koogan, 2006. p. 286–299.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. The word health report 2002: reducing risks, promoting health life. **Education for health**, v. 16, n. 2, p. 248, 2002.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Physical activity**. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/en/>>.
- WOUTERS, E. F. M. Local and systemic inflammation in chronic obstructive pulmonary disease. **Proceedings of the American Thoracic Society**, v. 2, n. 1, p. 26–33, 2005.

## APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa “**Equação de referência para o teste do degrau de seis minutos baseado em um estudo multicêntrico Brasileiro**”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a dificuldade na interpretação dos resultados obtidos no Teste do Degrau de 6 minutos auto-cadenciado, devido à falta de valores de referência. Dessa maneira, uma equação baseada em várias faixas etárias facilitará na análise de tal teste para seu uso com populações de diversas doenças. Nesta pesquisa pretendemos estabelecer os valores de referência para este teste, ou seja, conhecer quantas vezes pessoas saudáveis do seu sexo e da sua faixa etária conseguem subir e descer de um único degrau durante seis minutos.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você: avaliação na qual terá seu peso e altura registrados, a fim de possibilitar o cálculo da massa corporal (índice de massa corpórea). Em seguida, realizaremos o teste do sopro, conhecido como espirometria, que examina se seus pulmões funcionam normalmente; você responderá ao questionário de avaliação do nível de atividade física que realiza, para saber se é sedentário ou treinado e então, realizará dois testes de subir e descer num único degrau durante seis minutos, na sua própria velocidade. Haverá um intervalo de 30 minutos entre esses testes. Antes de iniciar o teste do degrau, imediatamente após acabar e depois de dois minutos que acabou esse teste, serão registradas a sua frequência cardíaca que é o seu número de batimentos do coração e a saturação de oxigênio, que é quanto de oxigênio está no sangue, pelo oxímetro de pulso. A sua sensação de falta de ar e cansaço serão perguntadas antes e ao final dos testes. A sua pressão arterial também será medida nesses momentos por um aparelho de pressão. O Sr. (a) poderá interromper os testes a qualquer momento, caso você sinta qualquer mal estar. Após esta avaliação, o Sr. (a) poderá vir a ser recrutado para constituir uma sub-amostra de novos testes e monitoramento.

Esta pesquisa tem alguns riscos, que são mínimos: possível sensação de falta de ar e cansaço durante os testes. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, você poderá interromper o teste caso sinta desconforto intolerável. Na eventualidade de algum dano comprovadamente relacionado à realização da avaliação, o pesquisador responsável se responsabilizará pelo tratamento do participante. A pesquisa poderá ajudar no melhor esclarecimento sobre os valores de referência de um teste de capacidade funcional simples e de fácil aplicabilidade para a prática clínica em saúde. Dessa maneira, acreditamos no benefício indireto para todos os participantes e para a avaliação de doentes em geral.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo (sendo resarcido quanto a despesas de eventuais deslocamentos) nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causa das atividades que fizermos com você nesta

**Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:**

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propsq@ufjf.edu.br



pesquisa, você tem direito a indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 .

---

Assinatura do Participante

---

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Prof. Dra. Carla Malaguti  
 Faculdade de Fisioterapia, Av. Eugênio do Nascimento, s/n  
 Dom Bosco, Juiz de Fora - MG  
 CEP: 36038-330  
 Fone: (32) 9199-3329 / (32) 98843-3435  
 E-mail: carla.malaguti@ufjf.edu.br

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF  
 Campus Universitário da UFJF  
 Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa  
 CEP: 36036-900  
 Fone: (32) 2102-3788 / E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

## APÊNDICE B – Roteiro para caracterização dos sujeitos

### ROTEIRO PARA CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS

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

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

Profissão: \_\_\_\_\_

Telefones de contato:

Nome/parentesco: \_\_\_\_\_ Telefone: ( ) \_\_\_\_\_

Nome/parentesco: \_\_\_\_\_ Telefone: ( ) \_\_\_\_\_

Tabagista: ( ) SIM ( ) NÃO ( ) Ex-tabagista

### AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA:

Altura: \_\_\_\_\_ cm

Perímetro abdominal: \_\_\_\_\_ cm

Peso: \_\_\_\_\_ kg

Comprimento do MID: \_\_\_\_\_ cm

IMC: \_\_\_\_\_ kg/m<sup>2</sup>

Perímetro da coxa: \_\_\_\_\_ cm

Classificação: \_\_\_\_\_

Perímetro da panturrilha: \_\_\_\_\_ cm

### AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR - ESPIROMETRIA

Espirometria (\_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_)

DIAGNÓSTICO:

---



---



---



---



---



---



---



---

	Predito	R1	R1 %	R2	R2 %	R3	R3 %
CVF (l)							
VEF <sub>1</sub> (l)							
VEF <sub>1</sub> /CVF (%)							
PFE (l/s)							

### CHECKLIST – CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO DO ESTUDO:

Alteração na prova de função pulmonar: SIM  NÃO

Diagnóstico de doença cardiorrespiratória (exceto HAS controlada sem betabloqueador e DM): SIM  NÃO

HAS: SIM  NÃO  Medicamentos: \_\_\_\_\_

DM: SIM  NÃO  Doença que impossibilite a realização do teste: SIM  NÃO

IMC ≥ 30: SIM  NÃO

Mulher grávida: SIM  NÃO

Dificuldade de compreensão de comandos: SIM  NÃO

## **APÊNDICE C - Instruções do teste do degrau de seis minutos**

### **ORIENTAÇÕES INICIAIS:**

- O objetivo deste teste é subir o maior número de degraus que você puder, durante seis minutos.
- Seis minutos é muito tempo, então você estará se exercitando. Provavelmente você ficará sem fôlego ou ficará exausto. Você pode diminuir a velocidade, parar e descansar, conforme necessário.
- Você pode encostar-se contra a parede enquanto descansa, mas você deve retomar o exercício assim que for possível.
- O movimento correto é este: você tem que esticar a perna dobrada até o passo tocar a base do degrau. Em seguida, faça o mesmo movimento com a outra perna (demonstração).
- Você pode começar a subir com qualquer um dos membros inferiores, o que se sentir mais confortável e que pode mudá-lo em qualquer momento durante o teste.

### **Comandos:**

1'	Você está indo bem, continue assim. Faltam 5 minutos.
2'	Mantenha o bom trabalho. Faltam 4 minutos
3'	Você está indo bem, continue assim. Já completou metade.
4'	Mantenha o bom trabalho. Faltam apenas 2 minutos.
5'	Você está indo bem, continue assim. Falta apenas 1 minuto.
5' –15' para o fim	Em um momento eu vou te dizer para parar. Quando eu disser, apenas pare exatamente onde você estiver.

Se o paciente parar durante o teste: “você pode encostar contra a parede se quiser, então continue a subir e descer o degrau quando sentir-se pronto”.

## APÊNDICE D - Roteiro para registro de dados do teste do degrau de seis minutos

### ROTEIRO PARA REGISTRO DE DADOS DO TD6

Data da avaliação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Horário: \_\_\_\_ : \_\_\_\_

Paciente: \_\_\_\_\_

Comandos:

- 1' – Você está indo bem, continue assim. Faltam 5 minutos.
  - 2' – Mantenha o bom trabalho. Faltam 4 minutos.
  - 3' – Você está indo bem, continue assim. Já completou metade.
  - 4' – Mantenha o bom trabalho. Faltam apenas 2 minutos.
  - 5' – Você está indo bem, continue assim. Falta apenas 1 minuto.
  - 15" para o fim – Em um momento eu vou te dizer para parar. Quando eu disser, apenas pare exatamente onde você estiver.
- Se o paciente parar durante o teste: "você pode encostar contra a parede se quiser, então continue a subir e descer o degrau quando sentir-se pronto".

#### TESTE DO DEGRAU DE SEIS MINUTOS – 1

	FC	SpO <sub>2</sub>	PA	Borg (dispneia)	Borg (fadiga)	Nº DEGRAUS	
Inicial						1'	2'
Final						3'	4'
Recuperação 1'							
Recuperação 2'						5'	6'

Obs: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### TESTE DO DEGRAU DE SEIS MINUTOS – 2

	FC	SpO <sub>2</sub>	PA	Borg (dispneia)	Borg (fadiga)	Nº DEGRAUS	
Inicial						1'	2'
Final						3'	4'
Recuperação 1'							
Recuperação 2'						5'	6'

Obs: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## **APÊNDICE E – Termo de acordo para projeto multicêntrico**

*Projeto de Pesquisa Multicêntrico: Equação de referência para o teste do degrau de seis minutos baseado em um estudo multicêntrico brasileiro.*

*Coordenação: Profa. Dra. Carla Malaguti, Universidade Federal de Juiz de Fora*

### **EQUAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA O TESTE DO DEGRAU DE SEIS MINUTOS BASEADO EM UM ESTUDO MULTICÊNTRICO BRASILEIRO**

#### **Metodologia do estudo e Política de autoria para o artigo principal**

A autoria será baseada no nível de contribuição de acordo com os princípios estabelecidos listados neste Memorando de Entendimento (ME) que será assinado por todos os pesquisadores envolvidos.

#### **I. Metodologia do estudo e submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa**

A. A metodologia do estudo será proposta pelo pesquisador principal (PP) e será descrita com detalhes para que possa ser repetida em cada centro de pesquisa. Preferencialmente serão preparados vídeos para facilitar o treinamento.

B. Anteriormente ao início das coletas, poderão ser propostas emendas ao protocolo, que serão avaliadas e autorizada (ou não) a inclusão. Em caso positivo, o proponente deverá providenciar todo o material para ser inserido na Plataforma de Registro do estudo e encaminhar ao PP para providências.

C. As emendas inseridas no protocolo poderão ser desenvolvidas por acadêmicos dos centros de pesquisa (mestrando ou doutorando), desde que seja acordado previamente com o PP e os demais pesquisadores de centro (PC). Neste caso, deve ser respeitada as regras de autoria de artigo científico definidas a seguir no item “Política de autoria para outras produções”.

C. Somente o PP e seu orientando terão acesso direto a todo o conteúdo da Plataforma Ética de Registro do estudo. Os demais pesquisadores terão acesso apenas aos dados que dizem respeito ao seu Centro Pesquisador.

D. Cada centro de pesquisa será responsável por providenciar os equipamentos e materiais de consumo necessários para participação na pesquisa. No entanto, a critério de cada centro de pesquisa poderá haver disponibilização de equipamentos, materiais e recursos.

E. Antes de iniciar as coletas, cada centro participante deverá informar o nome de algum acadêmico ou outro pesquisador que participará da coleta de dados, lembrando que as questões de autoria serão consideradas conforme descrito em itens a seguir.

#### **II. Preparação, assinatura e arquivo dos termos de consentimento dos participantes**

A. O termo de consentimento seguirá o mesmo modelo para os diferentes centros de pesquisa, porém, dependendo da exigência de cada instituição poderão ser modificados, sem perder sua essência. No termo de consentimento deverá necessariamente ter a assinatura do pesquisador responsável pelo centro de pesquisa e do participante. É desejável a assinatura de uma testemunha.

B. Todos os participantes devem ser informados e assinar o termo de consentimento antes de preencher qualquer documento da pesquisa ou ser submetido a qualquer avaliação.

C. O participante receberá um número de pesquisa e somente este número será informado nos registros de dados individuais ou de avaliações.

*Projeto de Pesquisa Multicêntrico: Equação de referência para o teste do degrau de seis minutos baseado em um estudo multicêntrico brasileiro.*

*Coordenação: Profa. Dra. Carla Malaguti, Universidade Federal de Juiz de Fora*

- D. Os termos assinados com a identificação do número de pesquisa deverão ser arquivados em local separado dos documentos da pesquisa.
- E. Qualquer condição que implique em comprometimento dos cuidados de ética em pesquisa deverá ser imediatamente comunicada ao PP.

### **III. Coleta de dados/Banco de dados/ alimentação e acesso**

- A. O PP irá elaborar e disponibilizar o modelo de todos os formulários de registro de dados. Porém a reprodução será de responsabilidade de cada centro de pesquisa.
- B. O PP disponibilizará banco modelo para entrada de dados em Excel, seguindo o mesmo modelo para ser alimentado pelos diversos centros de pesquisa.
- C. Os dados coletados deverão ser atualizados semanalmente e salvos em pasta compartilhada com o PP com o nome do centro de pesquisa e a data ao final do nome do arquivo, guardando assim a memória dos registros anteriores.
- D. Somente o PP e o pesquisador de um determinado centro terão acesso a esta pasta em Excel, de forma que somente o PP terá acesso a todas as pastas dos diferentes centros de pesquisa ao longo da pesquisa. Os dados de todos os centros alimentarão o banco de dados no programa SPSS que será de acesso do PP e sua equipe local.
- E. Ao final da pesquisa, e dependendo de acordo entre os pesquisadores envolvidos o banco de dados total inserido no programa SPSS poderá ser disponibilizado, respeitando as regras de autoria definidas em tópicos a seguir.
- F. Cada centro de pesquisa deverá avaliar, no mínimo, 100 participantes, sendo 50% de cada sexo.
- G. O período para coleta dos dados será de junho/2018 até dezembro/2018. Os pesquisadores coordenadores dos centros que completarem até 80% da quantidade proposta serão considerados como co-autores no artigo principal do protocolo e nos secundários derivados de todo o banco de dados. A ordem de citação nos artigos seguirá a quantidade de dados coletada pelos centros conforme explicado a seguir no item IV.C.
- H. Os critérios de inclusão e exclusão de participantes, assim como o protocolo de coleta não poderá ser modificado em nenhuma hipótese e a inclusão de dados adicionados por cada centro deverão ser objeto de proposta e inclusão de emenda na Plataforma de Ética em Pesquisa anteriormente ao início das coletas, conforme item I.B. Portanto, qualquer idéia posterior ao início das coletas deverá ser objeto para elaboração de novo Projeto de Pesquisa com nova coleta de dados.

### **IV. Ordem de autoria**

- A. O artigo principal que tem como objetivo: Estabelecer uma equação para previsão dos valores de referência do TD6 para a população brasileira a partir de uma amostra multicêntrica e será redigido considerando os dados de todos os centros de pesquisa, seguirá a seguinte regra de citação: O pesquisador principal (PP) será o primeiro autor dos artigos principais, seguido do pós-graduando por ele orientado (segundo autor).
- B. Na sequência serão citados os pesquisadores dos centros (PC) seguindo a ordem dos que se aproximarem mais da quantidade de participantes avaliadas.

*Projeto de Pesquisa Multicêntrico: Equação de referência para o teste do degrau de seis minutos baseado em um estudo multicêntrico brasileiro.*

*Coordenação: Profa. Dra. Carla Malaguti, Universidade Federal de Juiz de Fora*

C. Caso a quantidade de dados coletada pelos diferentes centros de pesquisa seja similar, será considerada como ordem de autoria a ordem alfabética do último nome de cada pesquisador, sendo que o PP e seu orientando serão sempre primeiro e segundo autor, respectivamente.

D. Em comum acordo registrado e assinado entre os pesquisadores, poderá haver troca desta ordem.

E. Outros membros da equipe (incluindo colaboradores e estagiários) devem ser reconhecidos se contribuírem de forma sustentada para o projeto, com coleta substancial de dados ou entrada de dados. Se não forem coautores do artigo em função de número máximo de coautores definido pelas revistas, devem ser citados em agradecimento na revista.

F. Os primeiros rascunhos do artigo completo proposto devem ser escritos em tempo hábil (no máximo 2 a 3 meses a partir do momento da análise final dos dados). O período de tempo dependerá do foco do trabalho e do tipo de análise de dados necessário. Se os cronogramas não forem cumpridos, a questão da mudança de autoria deverá ser revista com o PP, assim como o uso da aprovação em Comitê de Ética, tendo em vista que após o envio do relatório final para a Comissão de Ética, nenhuma proposta de novo estudo com os mesmos dados poderá ser feita.

G. Uma vez que o primeiro rascunho do artigo proposto esteja concluído, o documento deve ser distribuído entre todos os autores designados para seus comentários e edição. Isso deve ser feito destinando tempo exequível, mas também retorno em tempo hábil (2-4 semanas) para o proponente.

H. As revisões baseadas nesses comentários devem ser feitas no máximo no mês seguinte.

I. A submissão deve ocorrer dentro de 1 mês após a conclusão deste processo.

#### **Política de autoria para outras produções científicas (para artigos secundários e / ou resumos/apresentações em eventos)**

#### **V. Quem autoriza a autoria**

A. Cada investigador de um determinado centro de pesquisa detém o direito dos dados de seu grupo e poderá elaborar resumos para apresentação em eventos, assim como publicar artigos secundários apenas com estes dados, de acordo com os princípios descritos aqui.

B. Cada investigador e acadêmico envolvido no projeto em um determinado centro de pesquisa deve ter a oportunidade de ser o primeiro autor em pelo menos um artigo e uma apresentação, desde que baseado em um aspecto particular do estudo, diferente do objetivo principal.

C. Nas publicações relacionadas com os dados de um determinado centro de investigação, o pesquisador do centro (PC) do estudo deve ser o primeiro autor do artigo descrevendo os resultados dos objetivos primários e potencialmente secundários (desde que baseado no protocolo registrado e disponibilizado aos demais investigadores). O PP deve ser autor de todos os artigos que emanam do projeto.

D. Quando apropriado e de acordo com as diretrizes da revista (número de autores), todos os PCs devem ser incluídos como autores.

E. Outros membros da equipe (incluindo colaboradores e estagiários) devem ser reconhecidos se não forem coautores do artigo, mas contribuírem de forma sustentada para o projeto, como coleta de dados ou entrada de dados (como agradecimento na revista).

*Projeto de Pesquisa Multicêntrico: Equação de referência para o teste do degrau de seis minutos baseado em um estudo multicêntrico brasileiro.*

*Coordenação: Profa. Dra. Carla Malaguti, Universidade Federal de Juiz de Fora*

G. Indivíduos que se tornam membros da equipe e que fazem contribuições substanciais para um artigo podem ser reconhecidos como um autor pelo PP ao final.

## **VI. Considerações sobre autoria antes de desenvolver seu resumo / manuscrito com dados relacionados com o estudo em questão**

A. A autoria e outros créditos devem ser baseados nas últimas diretrizes do ICMJE (também conhecido como "Vancouver Group"). Veja:

<http://www.icmje.org/recommendations/browse/roles-and-responsibilities/defining-the-role-of-authors-and-contributors.html>

B. Tópicos, autoria e quaisquer assuntos relacionados para artigos submetidos a revistas e reuniões profissionais devem ser submetidos ao PP e discutidos para evitar sobreposições e omissões. As respostas às propostas devem ser dadas dentro de duas semanas após o recebimento. Isso garantirá que a publicação múltipla dos mesmos dados por diferentes autores seja evitada, especialmente em um mesmo evento.

C. As contribuições específicas de cada autor / colaborador para cada manuscrito devem ser declaradas.

D. A ordem dos autores nos resumos será recomendada pelo primeiro autor (ou PC) e eles deverão ser capazes de explicá-lo. Deve-se considerar a variação institucional e / ou disciplinar na atribuição da ordem de autoria (por exemplo, a última autoria é reconhecida como autoria sênior em muitas configurações, mas não em todas).

E. A fonte de financiamento do projeto ou de bolsa individual (por exemplo, bolsa de produtividade) deve ser reconhecida em todos os documentos e apresentações que emanam da pesquisa.

G. Um acordo escrito antes da submissão do periódico deve ser obtido de autores, contribuintes e aqueles reconhecidos para o conteúdo do manuscrito e para o periódico alvo, mesmo que a revista não faça esta exigência.

H. Se o projeto for financiado, o PP poderá receber pedidos para cobrir as despesas da revista. A apresentação de dados individuais em conferências não será financiada pelo PP, mas sim pelo PC.

## **VII. Preparação e Submissão**

A. Os trabalhos de alunos com base nos dados da coorte do estudo podem ser preparados apenas após o encerramento do recrutamento para o estudo principal, quando justificado e aprovado.

B. Artigos utilizando os resultados finais, com objetivo diferente do principal, podem ser propostos, desde que utilize os dados após conferência e limpeza (data clean) e liberação do PP, com concordância dos demais PCs.

C. Os artigos relacionados com os objetivos principais do estudo (análise de regressão e outras para avaliar relação das variáveis e propor equação de referência) serão primeiramente relatados pela equipe de investigação principal. Quaisquer documentos que utilizem apenas os resultados locais com objetivo similar ao principal do estudo, podem ser desenvolvidos por investigadores do local (PC) porém apenas após os resultados do ensaio inicial estarem no prelo (submetidos e em avaliação por revisores).

*Projeto de Pesquisa Multicêntrico: Equação de referência para o teste do degrau de seis minutos baseado em um estudo multicêntrico brasileiro.*

*Coordenação: Profa. Dra. Carla Malaguti, Universidade Federal de Juiz de Fora*

D. Os primeiros rascunhos do artigo completo proposto devem ser escritos em tempo hábil (no máximo 2 a 3 meses a partir do momento da análise final dos dados). O período de tempo dependerá do foco do trabalho e do tipo de análise de dados necessário. Se os cronogramas não forem cumpridos, a questão da mudança de autoria deverá ser revista com o PP, assim como o uso da aprovação em Comitê de Ética, tendo em vista que após o envio do relatório final para a Comissão de Ética, nenhuma proposta de novo estudo com os mesmos dados poderá ser feita.

E. Uma vez que o primeiro rascunho do artigo proposto esteja concluído, o documento deve ser distribuído entre todos os autores designados para seus comentários e edição. Isso deve ser feito destinando tempo exequível, mas também retorno em tempo hábil (2-4 semanas) para o proponente.

F. As revisões baseadas nesses comentários devem ser feitas no máximo no mês seguinte.  
 G. A submissão deve ocorrer dentro de 1 mês após a conclusão deste processo.

### **VIII. Responsabilidades do autor e responsabilidade nos artigos, por tipo**

*Primeiro e / ou autor sênior (em caso de não ser o artigo principal do estudo)*

Responsabiliza-se publicamente pela integridade do trabalho como um todo, desde o início até o artigo publicado (ou seja, é o proponente do trabalho);

Convida e seleciona co-autor (es) para auxiliar no desenvolvimento do artigo;

Especifica prazos;

Desenvolve o primeiro rascunho do artigo e o envia ao (s) co-autor (es) dentro do prazo especificado;

Revisa o artigo usando as sugestões do (s) outro (s) autor (es);

Assegura que o artigo seja preparado de acordo com as diretrizes do autor para o periódico selecionado;

Encaminha uma cópia do trabalho que foi submetido à revista para todos os autores e para o PP;

Informa os coautores do resultado da revisão e um cronograma para as próximas etapas (ou seja, revisar e reenviar ou enviar para um novo periódico). A entrada de co-autores no processo é recomendada; e

Encaminha uma cópia do artigo publicado para todos os autores e para o PP para seus arquivos.

*Todos os outros autores*

Responsabilizam-se publicamente pela parte do conteúdo do manuscrito descrito como sua contribuição

Faz uma contribuição substantiva para o manuscrito;

Cumpre os prazos estabelecidos;

Renegocia os prazos se houver circunstâncias imprevistas;

Revisa todo o trabalho antes de ser submetido; e

Assina / completa a divulgação de autoria apropriada e as declarações / acordos de direitos autorais.

*Projeto de Pesquisa Multicêntrico: Equação de referência para o teste do degrau de seis minutos baseado em um estudo multicêntrico brasileiro.*

*Coordenação: Profa. Dra. Carla Malaguti, Universidade Federal de Juiz de Fora*

## **IX. Resolução de desacordos**

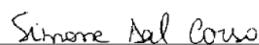
As diretrizes de autoria que foram inicialmente acordadas pela equipe de pesquisa serão usadas para alcançar a resolução de conflitos.

Desentendimentos sobre crédito de autoria entre os coautores devem ser discutidos entre os envolvidos para tentar encontrar um acordo mutuamente satisfatório. Se os membros envolvidos não puderem resolver o desacordo entre si, precisam discutir os problemas com o PP.

Os abaixo-assinados concordam com a declaração de política de autoria acima e cumprirão o melhor possível:



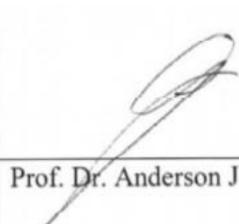
Profª Dra. Carla Malaguti



Profª Dra. Simone Dal Corso



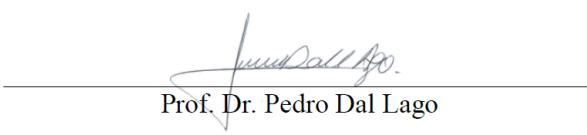
Profª Dra. Graziella França Bernardelli Cipriano



Prof. Dr. Anderson José



Prof. Dr. Gerson Fonseca de Souza



Prof. Dr. Pedro Dal Lago

## APÊNDICE F – Características basais da amostra de cada centro participante

**Tabela 1.1** - Caracterização da amostra do centro de Juiz de Fora (MG)

Variável	TOTAL (n= 163)	Masculino n (%) 71 (44)	Feminino n (%) 92 (56)
Idade (anos)	47 ± 17	43 ± 16	49 ± 17
Altura (cm)	165 ± 11	174 ± 9	159 ± 7
Peso (Kg)	71 ± 14	80 ± 13	63 ± 9
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26 ± 3	26 ± 3	25 ± 3
Cabd (cm)	90 ± 10	94 ± 9	88 ± 10
CMID (cm)	88 ± 7	90 ± 8	87 ± 6
Pcoxa (cm)	55 ± 6	54 ± 6	56 ± 6
Ppant (cm)	37 ± 3	38 ± 3	36 ± 3
<b>Espirometria, Média (DP)</b>			
CVF (l)	3,6 ± 1,0	4,4 ± 0,9	2,9 ± 0,5
CVF (% prev.)	92 ± 10	93 ± 10	91 ± 10
VEF1 (l)	3,2 ± 1,0	3,8 ± 0,7	2,5 ± 0,4
VEF1 (% prev.)	98 ± 10	98 ± 10	98 ± 10
VEF1/CVF	88 ± 6	87 ± 5	88 ± 7
<b>Classificação do IMC n (%)</b>			
Abaixo do peso	3 (2)	2 (3)	1 (1)
Peso normal	70 (43)	24 (34)	46 (50)
Sobrepeso	90 (55)	45 (63)	45 (49)
<b>Faixa Etária, n (%)</b>			
18-28	27 (17)	14 (20)	13 (14)
29-39	37 (23)	19 (27)	18 (20)
40-49	26 (16)	12 (17)	14 (15)
50-59	26 (16)	11 (16)	15 (16)
60-69	32 (20)	11 (16)	21 (23)
70-79	15 (9)	4 (6)	11 (12)
Hipertensos, n (%)	31 (19)	10 (14)	21 (23)
Diabéticos, n (%)	6 (4)	1 (1)	5 (5)
Tabagistas, n (%)	7 (4)	4 (6)	3 (3)
<b>IPAQ, n (%)</b>			
Muito ativo	14 (9)	8 (11)	6 (7)
Ativo	80 (49)	23 (32)	57 (62)
Irregularmente ativo A	29 (18)	14 (20)	15 (16)
Irregularmente ativo B	23 (14)	14 (20)	9 (10)
Sedentário	17 (10)	12 (17)	5 (5)

Definição das abreviaturas: MG: Minas Gerais; cm: centímetro; Kg: quilograma; IMC: Índice de Massa Corpórea; m<sup>2</sup>: metro quadrado; Cabd: circunferência abdominal; CMID: comprimento do membro inferior direito; Pcoxa: perímetro da coxa; Ppant: perímetro da panturrilha; CVF: capacidade vital forçada; l: litro; % prev.: percentual do previsto; VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF1/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física.

**Tabela 1.2 - Caracterização da amostra do centro de São Paulo (SP)**

Variável	TOTAL (n= 96)	Masculino n (%) 49 (51)	Feminino n (%) 47 (49)
Idade (anos)	47 ± 19	47 ± 19	46 ± 20
Altura (cm)	165 ± 8	170 ± 7	160 ± 6
Peso (Kg)	69 ± 12	75 ± 11	63 ± 9
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	25 ± 3	26 ± 3	25 ± 3
Cabd (cm)	88 ± 11	91 ± 10	84 ± 11
CMID (cm)	83 ± 5	83 ± 6	82 ± 4
Pcoxa (cm)	50 ± 5	50 ± 5	50 ± 6
Ppant (cm)	36 ± 3	37 ± 3	35 ± 3
Espirometria, Média (DP)			
CVF (l)	3,6 ± 0,9	4,2 ± 0,7	3,0 ± 0,5
CVF (% prev.)	97 ± 11	99 ± 13	95 ± 10
VEF1 (l)	3,0 ± 0,7	3,4 ± 0,6	2,5 ± 0,4
VEF1 (% prev.)	97 ± 10	97 ± 11	97 ± 9
VEF1/CVF	82 ± 5	81 ± 6	84 ± 5
Classificação do IMC n (%)			
Abaixo do peso	2 (2)	1 (2)	1 (2)
Peso normal	45 (47)	16 (33)	29 (62)
Sobrepeso	49 (51)	32 (65)	17 (36)
Faixa Etária, n (%)			
18-28	22 (23)	11 (22)	11 (23)
29-39	16 (17)	8 (16)	8 (17)
40-49	11 (12)	4 (8)	7 (15)
50-59	15 (16)	9 (18)	6 (13)
60-69	17 (18)	11 (22)	6 (13)
70-79	15 (16)	6 (12)	9 (19)
Hipertensos, n (%)	4 (4)	3 (6)	1 (2)
Diabéticos, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Tabagistas, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
IPAQ, n (%)			
Muito ativo	1 (1)	1 (2)	0 (0)
Ativo	50 (52)	22 (45)	28 (59)
Irregularmente ativo A	18 (19)	10 (20)	8 (17)
Irregularmente ativo B	17 (18)	11 (22)	6 (13)
Sedentário	10 (10)	5 (10)	5 (11)

Definição das abreviaturas: SP: São Paulo; cm: centímetro; Kg: quilograma; IMC: Índice de Massa Corpórea; m<sup>2</sup>: metro quadrado; Cabd: circunferência abdominal; CMID: comprimento do membro inferior direito; Pcoxa: perímetro da coxa; Ppant: perímetro da panturrilha; CVF: capacidade vital forçada; l: litro; % prev.: percentual do previsto; VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF1/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física.

**Tabela 1.3 - Caracterização da amostra do centro de Natal (RN)**

Variável	TOTAL (n=78)	Masculino n (%) 37 (47)	Feminino n (%) 41 (53)
Idade (anos)	35 ± 15	31 ± 11	39 ± 18
Altura (cm)	167 ± 10	175 ± 8	160 ± 3
Peso (Kg)	68 ± 13	76 ± 12	60 ± 8
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24 ± 3	25 ± 3	23 ± 3
Cabd (cm)	87 ± 9	90 ± 9	84 ± 9
CMID (cm)	86 ± 6	89 ± 6	84 ± 5
Pcoxa (cm)	57 ± 7	58 ± 8	56 ± 5
Ppant (cm)	36 ± 3	37 ± 3	35 ± 3
Espirometria, Média (DP)			
CVF (l)	3,9 ± 1,0	4,8 ± 0,8	3,1 ± 0,4
CVF (% prev.)	94 ± 11	97 ± 12	91 ± 9
VEF1 (l)	3,3 ± 0,9	4,1 ± 0,7	2,7 ± 0,4
VEF1 (% prev.)	101 ± 17	104 ± 19	99 ± 14
VEF1/CVF	88 ± 8	87 ± 8	88 ± 7
Classificação do IMC n (%)			
Abaixo do peso	3 (4)	0 (0)	3 (7)
Peso normal	46 (59)	19 (51)	27 (66)
Sobrepeso	29 (37)	18 (49)	11 (27)
Faixa Etária, n (%)			
18-28	37 (47)	21 (57)	16 (39)
29-39	16 (21)	8 (22)	8 (20)
40-49	9 (12)	6 (16)	3 (7)
50-59	8 (10)	1 (3)	7 (17)
60-69	6 (8)	1 (3)	5 (12)
70-79	2 (3)	0 (0)	2 (5)
Hipertensos, n (%)	4 (5)	3 (8)	1 (2)
Diabéticos, n (%)	1 (1)	0 (0)	1 (2)
Tabagistas, n (%)	1 (1)	1 (3)	0 (0)
IPAQ, n (%)			
Muito ativo	18 (23)	8 (22)	10 (24)
Ativo	27 (35)	13 (35)	14 (34)
Irregularmente ativo A	10 (13)	5 (14)	5 (12)
Irregularmente ativo B	18 (23)	7 (19)	11 (27)
Sedentário	5 (6)	4 (11)	1 (2)

Definição das abreviaturas: RN: Rio Grande do Norte; cm: centímetro; Kg: quilograma; IMC: Índice de Massa Corpórea; m<sup>2</sup>: metro quadrado; Cabd: circunferência abdominal; CMID: comprimento do membro inferior direito; Pcoxa: perímetro da coxa; Ppant: perímetro da panturrilha; CVF: capacidade vital forçada; l: litro; % prev.: percentual do previsto; VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF1/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física.

**Tabela 1.4** - Caracterização da amostra do centro de Porto Alegre (RS)

Variável	TOTAL (n= 54)	Masculino n (%) 18 (33)	Feminino n (%) 36 (67)
Idade (anos)	36 ± 17	37 ± 19	36 ± 17
Altura (cm)	169 ± 9	177 ± 6	164 ± 7
Peso (Kg)	69 ± 12	79 ± 11	64 ± 10
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24 ± 3	25 ± 3	24 ± 3
Cabd (cm)	84 ± 10	91 ± 10	80 ± 9
CMID (cm)	75 ± 6	78 ± 5	74 ± 6
Pcoxa (cm)	57 ± 5	55 ± 3	57 ± 5
Ppant (cm)	37 ± 2	37 ± 2	37 ± 2
Espirometria, Média (DP)			
CVF (l)	4,1 ± 1,0	5,1 ± 0,7	3,6 ± 0,7
CVF (% prev.)	100 ± 11	104 ± 12	99 ± 10
VEF1 (l)	3,4 ± 0,8	4,1 ± 0,7	3,1 ± 0,6
VEF1 (% prev.)	100 ± 12	101 ± 14	99 ± 10
VEF1/CVF	85 ± 6	82 ± 7	86 ± 6
Classificação do IMC n (%)			
Abaixo do peso	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Peso normal	33 (61)	9 (50)	24 (67)
Sobrepeso	21 (39)	9 (50)	12 (33)
Faixa Etária, n (%)			
18-28	22 (41)	8 (44)	14 (39)
29-39	14 (26)	4 (22)	10 (28)
40-49	3 (6)	0 (0)	3 (8)
50-59	9 (17)	4 (22)	5 (14)
60-69	3 (6)	0 (0)	3 (8)
70-79	3 (6)	2 (11)	1 (3)
Hipertensos, n (%)	5 (9)	2 (11)	3 (8)
Diabéticos, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Tabagistas, n (%)	1 (2)	1 (6)	0 (0)
IPAQ, n (%)			
Muito ativo	19 (35)	9 (50)	10 (28)
Ativo	28 (52)	5 (28)	23 (64)
Irregularmente ativo A	2 (4)	2 (11)	0 (0)
Irregularmente ativo B	4 (7)	2 (11)	2 (6)
Sedentário	1 (2)	0 (0)	1 (3)

Definição das abreviaturas: RS: Rio Grande do Sul; cm: centímetro; Kg: quilograma; IMC: Índice de Massa Corpórea; m<sup>2</sup>: metro quadrado; Cabd: circunferência abdominal; CMID: comprimento do membro inferior direito; Pcoxa perímetro da coxa; Ppant: perímetro da panturrilha; CVF: capacidade vital forçada; l: litro; % prev.: percentual do previsto; VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF1/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física.

**Tabela 1.5** - Caracterização da amostra do centro de Belém (PA)

Variável	TOTAL (n=53)	Masculino n (%) 18 (34)	Feminino n (%) 35 (66)
Idade (anos)	33 ± 10	29 ± 9	34 ± 11
Altura (cm)	163 ± 9	172 ± 6	158 ± 6
Peso (Kg)	64 ± 10	71 ± 9	61 ± 9
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24 ± 3	24 ± 3	24 ± 3
Cabd (cm)	81 ± 10	84 ± 8	80 ± 10
CMID (cm)	86 ± 10	90 ± 8	84 ± 10
Pcoxa (cm)	50 ± 6	50 ± 5	50 ± 6
Ppant (cm)	35 ± 4	35 ± 4	34 ± 4
Espirometria, Média (DP)			
CVF (l)	3,6 ± 0,8	4,6 ± 0,4	3,1 ± 0,3
CVF (% prev.)	97 ± 3	98 ± 2	97 ± 3
VEF1 (l)	3,1 ± 0,7	3,9 ± 0,3	2,7 ± 0,3
VEF1 (% prev.)	97 ± 4	96 ± 5	97 ± 4
VEF1/CVF	86 ± 3	87 ± 4	85 ± 3
Classificação do IMC n (%)			
Abaixo do peso	1 (2)	0 (0)	1 (3)
Peso normal	32 (60)	13 (72)	19 (54)
Sobrepeso	20 (38)	5 (28)	15 (43)
Faixa Etária, n (%)			
18-28	19 (36)	10 (56)	9 (26)
29-39	17 (32)	4 (22)	13 (37)
40-49	14 (26)	4 (22)	10 (29)
50-59	6 (6)	0 (0)	3 (9)
60-69	0 (0)	0 (0)	0 (0)
70-79	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Hipertensos, n (%)	3 (6)	1 (6)	2 (6)
Diabéticos, n (%)	1 (2)	0 (0)	1 (3)
Tabagistas, n (%)	1 (2)	1 (6)	0 (0)
IPAQ, n (%)			
Muito ativo	4 (8)	3 (17)	1 (3)
Ativo	32 (60)	10 (56)	22 (63)
Irregularmente ativo A	9 (17)	2 (11)	7 (20)
Irregularmente ativo B	7 (13)	3 (17)	4 (11)
Sedentário	1 (2)	0 (0)	1 (3)

Definição das abreviaturas: PA: Pará; cm: centímetro; Kg: quilograma; IMC: Índice de Massa Corpórea; m<sup>2</sup>: metro quadrado; Cabd: circunferência abdominal; CMID: comprimento do membro inferior direito; Pcoxa: perímetro da coxa; Ppant: perímetro da panturrilha; CVF: capacidade vital forçada; l: litro; % prev.: percentual do previsto; VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF1/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física.

**Tabela 1.6 - Caracterização da amostra do centro de Brasília (DF)**

Variável	TOTAL (n=32)	Masculino n (%) 12 (37)	Feminino n (%) 20 (63)
Idade (anos)	36 ± 14	39 ± 14	34 ± 13
Altura (cm)	168 ± 11	178 ± 11	163 ± 6
Peso (Kg)	68 ± 15	78 ± 16	63 ± 11
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24 ± 3	25 ± 4	24 ± 3
Cabd (cm)	85 ± 10	91 ± 9	81 ± 9
CMID (cm)	79 ± 12	84 ± 13	77 ± 10
Pcoxa (cm)	57 ± 6	55 ± 7	59 ± 5
Ppant (cm)	37 ± 3	37 ± 4	36 ± 3
Espirometria, Média (DP)			
CVF (l)	3,9 ± 0,8	4,7 ± 0,6	3,4 ± 0,4
CVF (% prev.)	94 ± 9	95 ± 7	94 ± 10
VEF1 (l)	3,3 ± 0,6	3,9 ± 0,4	3,0 ± 0,4
VEF1 (% prev.)	96 ± 7	94 ± 6	97 ± 8
VEF1/CVF	85 ± 8	82 ± 7	87 ± 7
Classificação do IMC n (%)			
Abaixo do peso	2 (6)	1 (8)	1 (5)
Peso normal	18 (56)	5 (42)	13 (65)
Sobre peso	12 (38)	6 (50)	6 (30)
Faixa Etária, n (%)			
18-28	11 (34)	3 (25)	8 (40)
29-39	10 (31)	4 (33)	6 (30)
40-49	3 (9)	1 (8)	2 (10)
50-59	6 (19)	3 (25)	3 (15)
60-69	2 (6)	1 (8)	1 (5)
70-79	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Hipertensos, n (%)			
Diabéticos, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Tabagistas, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
IPAQ, n (%)			
Muito ativo	3 (9)	1 (8)	2 (10)
Ativo	10 (31)	5 (42)	5 (25)
Irregularmente ativo A	9 (28)	3 (25)	6 (30)
Irregularmente ativo B	5 (16)	2 (17)	3 (15)
Sedentário	5 (16)	1 (8)	4 (20)

Definição das abreviaturas: DF: Distrito Federal; cm: centímetro; Kg: quilograma; IMC: Índice de Massa Corpórea; m<sup>2</sup>: metro quadrado; Cabd: circunferência abdominal; CMID: comprimento do membro inferior direito; Pcoxa perímetro da coxa; Ppant: perímetro da panturrilha; CVF: capacidade vital forçada; l: litro; % prev.: percentual do previsto; VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF1/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física.

## APÊNDICE G – Publicações sobre o TD6 pelos autores



### Disability and Rehabilitation



ISSN: 0963-8288 (Print) 1464-5165 (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/idre20>

### Individualized in-hospital exercise training program for people undergoing hematopoietic stem cell transplantation: a feasibility study

Aline P. Fioritto, Cristino C. Oliveira, Vanessa S. Albuquerque, Leonardo B. Almeida, Catherine L. Granger, Linda Denehy & Carla Malaguti

To cite this article: Aline P. Fioritto, Cristino C. Oliveira, Vanessa S. Albuquerque, Leonardo B. Almeida, Catherine L. Granger, Linda Denehy & Carla Malaguti (2019): Individualized in-hospital exercise training program for people undergoing hematopoietic stem cell transplantation: a feasibility study, *Disability and Rehabilitation*, DOI: [10.1080/09638288.2019.1626493](https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1626493)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1626493>



Published online: 11 Jun 2019.



Submit your article to this journal [↗](#)



View Crossmark data [↗](#)



ORIGINAL ARTICLE

## Individualized in-hospital exercise training program for people undergoing hematopoietic stem cell transplantation: a feasibility study

Aline P. Fioritto<sup>a</sup> , Cristina C. Oliveira<sup>b</sup> , Vanessa S. Albuquerque<sup>b</sup>, Leonardo B. Almeida<sup>c</sup>, Catherine L. Granger<sup>d,e</sup> , Linda Denehy<sup>d,f</sup>  and Carla Malaguti<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Post-Graduation Program on Collective Health, Federal University of Juiz de Fora, Minas Gerais, Brazil; <sup>b</sup>Post-Graduation Program on Rehabilitation Sciences and Physical Function Performance, Federal University of Juiz de Fora, Minas Gerais, Brazil; <sup>c</sup>Post-Graduation Program on Physical Education, Federal University of Juiz de Fora, Minas Gerais, Brazil; <sup>d</sup>Department of Physiotherapy, The University of Melbourne, Melbourne, Australia; <sup>e</sup>Department of Physiotherapy, the Royal Melbourne Hospital, Melbourne, Australia; <sup>f</sup>Allied Health, Peter MacCallum Cancer Centre, Melbourne, Australia

### ABSTRACT

**Purpose:** The purpose of this study is to evaluate the feasibility of an individualized exercise program for people undergoing hematopoietic stem cell transplantation.

**Methods:** This is a feasibility study of an individualized in-hospital exercise training program for people undergoing hematopoietic stem cell transplantation. Participants performed the exercise program based on daily clinical, hemodynamic and hematological assessment. The program was carried out on a daily basis for 20–40 min during their hospital admission. The primary outcome was feasibility (recruitment, adherence and attrition rates) of the exercise program. The secondary outcomes were functional capacity, peripheral muscle strength, and health-related quality of life evaluated on admission and prior to hospital discharge. The adverse events rate was recorded during the intervention.

**Results:** Twenty-six participants (58% female), aged  $40 \pm 15$  (mean  $\pm$  SD) years were included. The exercise program feasibility was demonstrated by 100% recruitment, 86% exercise adherence and 12% attrition rates with no adverse events recorded. Significant differences were observed in functional capacity ( $p = 0.03$ ), upper and lower-limb muscle strength ( $p = 0.01$ ) from admission to discharge ( $23 \pm 7$  d).

**Conclusions:** An individualized exercise training program based on daily clinical parameters is feasible for hospitalized patients undergoing hematopoietic stem cell transplantation. This intervention warrants further investigation in a randomized controlled trial.

### ► IMPLICATIONS FOR REHABILITATION

- The individualized in-hospital exercise training program guided by daily clinical, hemodynamic and hematologic parameters is feasible, safe and with good adherence in people undergoing hematopoietic stem cell transplantation.
- People undergoing hematopoietic stem cell transplantation may improve functional capacity and upper and lower limb muscle strength following in-hospital exercise training program.
- The individualized in-hospital exercise training program could tentatively be introduced as part of the rehabilitation process in people undergoing hematopoietic stem cell transplantation.

### ARTICLE HISTORY

Received 4 October 2018  
 Revised 29 May 2019  
 Accepted 29 May 2019

### KEYWORDS

Hematopoietic stem cell transplantation; exercise training; feasibility; functional capacity

### Introduction

The hematopoietic stem cell transplantation reconstitutes the hematopoietic system after high-dose chemotherapy [1]. This treatment is indicated for a wide variety of clinical conditions, such as hematological neoplasia and autoimmune diseases [1], and is associated with substantial increases in survival and health-related quality of life in these populations [2]. Every year, approximately 50,000 hematopoietic stem cell transplantation treatments are carried out with an average annual cost of US \$3.9 billion worldwide [2].

The treatments for people undergoing hematopoietic stem cell transplantation are highly complex due to the frequent occurrence of complications related to the disease itself and medication side-effects [1,2]. Even when successful, an overall

deterioration in health status is reported in these patients including reduction in functional capacity, peripheral muscle strength and health-related quality of life [2,3], these are important factors related to morbidity and mortality in this population [4]. Successful treatment is closely related to multidisciplinary rehabilitation, which aims to promote functional independence and to improve health-related quality of life following hematopoietic stem cell transplantation [2,3].

Aerobic exercise is the key intervention for successful rehabilitation of people undergoing hematopoietic stem cell transplantation [5–7], promoting maintenance of functional capacity, reducing fatigue symptoms, stimulating the immune system, and minimizing the treatment side-effects [6,8]. Although a number of exercise training protocols are described in the emerging

literature [3,5,7], there is no consensus regarding the intensity, duration and frequency of training, nor the feasibility of an individualized exercise training program in a hospital setting [5,9].

The clinical status of hospitalized patients undergoing hematopoietic stem cell transplantation varies widely due to the use of chemotherapeutic drugs, hematopoietic stem cell infusions and polytransfusions, and the issue of neutropenia. This daily clinical instability may prevent delivery of pre-established exercise training protocols for this population, which may under- or overestimate the levels of physical function and exercise tolerance after hematopoietic stem cell transplantation, affecting the patient's adherence to treatment [10]. According to a recent systematic review [7], most supervised exercise training interventions (62.5%) for hematopoietic stem cell transplantation are initiated in the hospital setting. However, none of these studies reported the criteria used to prescribe exercise, particularly exercise protocols based on the varying levels of patient's clinical, hemodynamic, and hematological status [7].

Therefore, the purpose of this study was to determine the feasibility of an individualized in-hospital exercise training program adjusted daily based on clinical, hemodynamic, and hematological parameters, for people undergoing hematopoietic stem cell transplantation. In addition, the effects of the individualized in-hospital exercise training program on functional capacity, peripheral muscle strength, health-related quality of life, and adverse events rate during the intervention were investigated. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology [11] and the Template for Intervention Description and Replication [12] guidelines were followed in reporting this study.

## Materials and methods

### Study design and setting

This was a prospective, within-group, feasibility intervention study, which took place at the University Hospital of Juiz de Fora, Brazil. Participant recruitment and data collection were performed from June 2016 to June 2017.

### Participants

Participants were included in this study if they were aged 18 years or older, referred for hematopoietic stem cell transplantation. Participants were excluded if they were admitted to hospital due to post-hematopoietic stem cell transplantation complications including infection, respiratory/cardiovascular complications, and graft-versus-host disease. Additional exclusion criteria were diagnosis of any orthopedic and cognitive impairment that constrained the study assessments or training participation. Participants were recruited after initial physiotherapy clinical assessment at the first day of hospital admission. No upper limit of the participant's age was set as an exclusion criterion. This study was approved by the Institutional Ethics Committee (protocol: 2,030,132), and the trial was retrospectively registered (Clinical Trials: NCT03641729). All participants provided written informed consent prior to participation.

### Intervention

The exercise training program was performed once daily during the hospital stay. The program included 2- to 5-min warm-up session with stretching, coordination and balance exercises, followed by 10–20 min of moderate-intensity aerobic exercise using a lower

limb cycle ergometer (Liveup Sports, 1023, Araucária, Paraná, LS9055). The aerobic training target zone was set at 50% to 70% of heart rate reserve. The heart rate reserve was estimated using the following equation: [(220-age in years) – resting heart rate] × [50 to 70%] + resting heart rate [13].

Participants also performed three sets of five to ten repetitions of sit-to-stand exercises with 1-min rest interval between sets. A cool-down period of 2- to 5-min of stretching and breathing exercises was delivered at the end of the exercise session. All exercises were performed individually in the participant's room and delivered by a trained physiotherapist for exercise protocol consistency. The criteria to commence and cease the exercise training are described in Table 1.

These criteria were assessed on a daily basis according to patient's clinical, hemodynamic and hematological parameters. These parameters were set based on expert clinical opinions and available literature given as minimal clinical requirements in people with hematopoietic stem cell transplantation to engage in exercise [14,15]. These parameters were monitored at rest and during the intervention. The daily clinical assessment for exercise performance is described on the flowchart shown in Figure 1.

A platelet count of <10,000 cells/mm<sup>3</sup>, hemoglobin <7 g/dL, and/or hematocrit <20% were considered contraindications for the exercise program [15]. If participants were clinically stable, they were encouraged to perform breathing exercises in bed; maintain Basic Activity of Daily Living, which consist mostly of self-care tasks including showering, dressing and feeding; perform the individualized in-hospital exercise training program, including a moderate intensity aerobic training without or with cycle ergometer load depending on the clinical parameters described above.

### Usual care

During the intervention period, all participants continued their usual medical, which included chemotherapy, transfusion of blood products, antibiotic, antiviral, and symptom medication according to physician's recommendations. Participants were also seeing by the allied health multidisciplinary team as per usual care. At hospital admission, the study participants performed a standardized clinical evaluation by physiotherapy staff, which included

Table 1. Exercise training participation, contraindication or interruption criteria.

Exercise participation criteria:
<i>Hematological parameters</i>
Platelets > 10,000 cells/mm <sup>3</sup>
Hemoglobin > 7 g/dL
Hematocrit > 20%
<i>Hemodynamic parameters</i>
SBP between 90 and 160 mmHg
SpO <sub>2</sub> > 90%
Temperature between 35 °C and 38.3 °C
<i>Adverse events considered as contraindication or exercise interruption criteria</i>
HR increase > 20% of training target zone
SBP < 90 or > 160 mmHg
Decrease in SpO <sub>2</sub> > 4%
Complaint of chest pressure
Presence of syncope or presyncope
Bleeding (epistaxis, catheter bleeding)
Nausea and/or vomiting
Intense musculoskeletal pain (grade >6 on the Visual Analog Scale)
Dyspnea or perception of effort >6 on the modified Borg scale
Loss or obstruction of central or peripheral access, probe or catheter
At patient's request

g/dL: grams per deciliter; HR: heart rate; mm<sup>3</sup>: cubic millimeters; SBP: systolic blood pressure; SpO<sub>2</sub>: peripheral oxygen saturation.

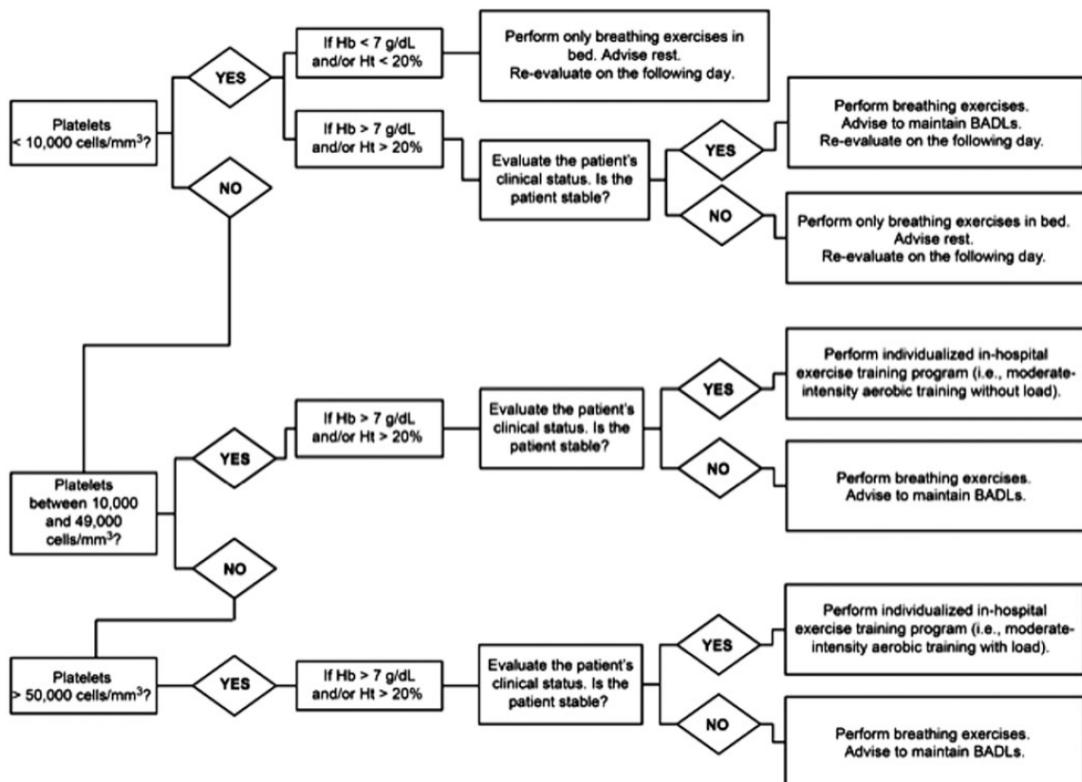


Figure 1. Daily clinical assessment flowchart.

anamnesis, anthropometric data, presence of comorbidities and chemotherapy days. The following measures were performed following participant consent to the study. During the physical function tests, heart rate, blood pressure, peripheral oxygen saturation, dyspnea, and overall fatigue perception using the modified Borg scale, were recorded.

#### **Primary outcome**

The primary outcome of this study was feasibility of the individualized in-hospital exercise therapy program. The feasibility was evaluated by recruitment, adherence, and attrition rates to the exercise program. Recruitment was considered as the eligibility and consent rates for participation. Adherence was assessed as the total number of minutes the participants performed the aerobic exercise in relation to the planned exercise time. A good adherence was considered if at least 70% of the planned exercise time was achieved, a value set within the higher band of published exercise adherence rates in people undergoing hematopoietic stem cell transplantation (54–89%) [7–9,16]. Attrition was the percentage of participants who dropped out the intervention. A high attrition was considered if a dropout rate was 30% or more [16,17].

#### **Secondary outcomes**

Functional capacity was evaluated using the 6-min step test. The 6-min step test is a valid, reliable and easy-to-perform test in the

hospital environment. The number of steps in the 6-min step test is a valid measure of functional capacity in participants with chronic cardiorespiratory disease, can identify participants with low exercise tolerance, and is related to a poor clinical prognosis [18]. The minimal detectable change for the 6-min step test in healthy adults is 11 steps [19]. The 6-min step test was performed in a free cadence using a 20 cm-high step with rubberized platform and side hand bars for participant's safety. The participant was instructed to climb up and down the same step for 6 min, a rest period was allowed during the test and the participant was encouraged to resume the climbing as soon as possible, until they completed 6 min. The total number of steps was recorded [18,19].

Lower limb muscle strength was assessed using the 1-min-sit-to-stand test. The 1-min-sit-to-stand test has demonstrated reliability and validity in several populations including people with cancer, chronic pulmonary and cardiovascular diseases [20,21]. The minimal clinically important difference for the 1-min-sit-to-stand test in clinical populations is three repetitions [21]. The test was performed with the participant in a sitting position, hips and knees bent at 90° and arms crossed over their chest. The participant was asked to stand up and sit down repeatedly starting from the sitting position for one minute. The number of sit-to-stand repetitions was recorded [20].

Upper limb muscle strength was assessed using a handgrip dynamometer (Sammons Preston Rolyan, 4 Sammons Court, Bolingbrook, IL). The evaluation was performed according to the guidelines of the American Society of Hand Therapists [22].

The minimal clinically important difference in advanced cancer is 1.5 kg F [23]. The test was performed in sitting position, with the dominant upper limb resting on the chair arm rest with 90° elbow flexion and the wrist kept in neutral position. Three measurements were taken and a one-minute rest interval was given between attempts. The highest value achieved among the three attempts was considered for the analysis [22].

The European Organization for Research and Treatment of Cancer's Quality of Life Questionnaire, validated for use in the Brazilian population, was used [24]. The minimal clinically important difference for the European Organization for Research and Treatment of Cancer's Quality of Life Questionnaire in people with cancer is 10–20 for a moderate meaningful change [25]. The instrument is composed of 30 items including scales for functioning (physical, role, cognitive, emotional, and social), symptom (fatigue, pain, nausea and vomiting), overall quality of life, single items (dyspnea, sleep disturbance, appetite loss, constipation, and diarrhea), and one separate item for financial impact. Responses are given on a 4-point Likert scale, except for overall quality of life, which is given on a 7-point Likert scale. The raw scores are linearly transformed to 0-to-100 scores and 100 reflects better overall and functional health and highest symptomatology [24].

The adverse events rate during the individualized in-hospital exercise training program less than 5% [26] was adopted. Adverse events were recorded during the exercise training based on the criteria listed in Table 1 and medical records. Medical records were hand searched daily to verify any event that might have been occurred following exercise program participation, including muscle soreness, fatigue, bleeding and cramps.

#### Sample size and statistical analysis

This trial included a convenience sample of 26 participants consecutively admitted for hematopoietic stem cell transplantation at the single unit. A *post hoc* sample size calculation recommended for pilot studies were conducted [27] based on the probability of previously published attrition rates for exercise program

participation by people undergoing stem cell transplantation (11–15%) [15,16]. A total of 25.7 subjects would be required in this study. Normality of the data was evaluated using the Shapiro-Wilk test. Descriptive statistics were used to summarize patient's characteristics, feasibility (recruitment, attrition, and adherence rates) and secondary outcomes. The secondary outcomes were analyzed using Student's *t*-test or Wilcoxon test accordingly with intention-to-treat analysis. The Chi-square statistic was used for testing relationships between categorical variables. Data analyses were conducted using the Statistical Package for the Social Sciences version 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) and a significance level was set at  $\alpha \leq 5\%$ .

#### Results

A total of 30 participants were assessed for eligibility. Of these, three were excluded from the study due to re-hospitalization and one due to non-completion of initial assessment (90% eligibility rate). The consent rate was 100% amongst those eligible to participate. Of these, one participant did not commence the exercise program due to hospital discharge (Figure 2).

The participant's demographic and clinical characteristics are shown in Table 2. Most participants were female (58%), aged  $40 \pm 15$  (mean  $\pm$  SD) years and were diagnosed with multiple myeloma and Hodgkin's lymphoma at admission (38.5%).

Twenty-three participants (88%) performed 86% of the total number of minutes of aerobic exercise in relation to the total planned exercise time, demonstrating good adherence to the intervention. Three participants (2, 3, and 22) did not achieve 70% of the planned exercise time, the main reasons for not achieving were change in health status, which included chemotherapy-induced heart failure, infection, nausea, diarrhea, mucositis and depression. Adherence was not associated with gender ( $p = 0.73$ ) or type of diagnosis ( $p = 0.82$ ). Two outliers were identified for lower exercise time performed due to daily count platelet  $<10,000/\text{mm}^3$  and hemoglobin  $<7\text{ g/dL}$  (participant 16), and longer exercise time due to prolonged hospital stay (participant 26)

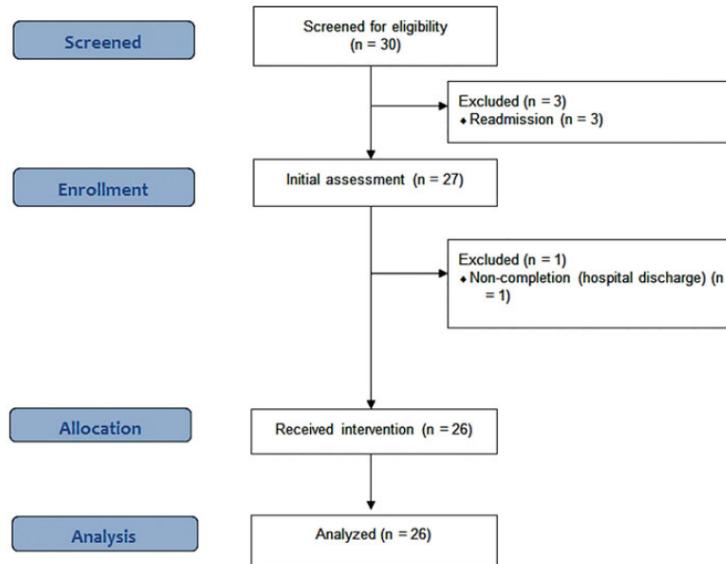


Figure 2. Participant flow diagram.

(Figure 3). The attrition rate was 12%. No adverse events were recorded during the individualized in-hospital exercise training program.

Table 2. Participants' characteristics.

Variables	N = 26
Age (years)	40 ± 15
Female, n (%)	15 (58%)
Weight (kg)	72.3 ± 22.3
Height (m)	1.59 ± 0.5
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	26.7 ± 7.9
Heart rate (bpm)	86 ± 10.5
Systolic blood pressure (mmHg)	116 ± 9.9
Peripheral oxygen saturation (%)	98 ± 1.1
Platelets (cells/mm <sup>3</sup> )	68,772 ± 44,553
Hemoglobin (g/dL)	8.9 ± 1.5
Hematocrit (%)	26.2 ± 5.1
Hospitalized days	23 ± 7
Chemotherapy days	4 ± 1.4
Primary diagnosis, n (%)	
Hodgkin's lymphoma	10 (38.5%)
Non-Hodgkin's lymphoma	3 (11.5%)
Leukemia	2 (7.7%)
Multiple myeloma	10 (38.5%)
Medullary aplasia	1 (3.8%)
Comorbidities, n (%)	
Systemic arterial hypertension	7 (26.8%)
Heart failure	3 (11.5%)
Type 2 diabetes	3 (11.5%)

Data are reported as means ± standard deviations, absolute values and percentages. bpm: beats per minute; BMI: body mass index; g/dL: grams per deciliter; HR: heart rate; m: meters; mmHg: millimeter of mercury; mm<sup>3</sup>: cubic millimeters; kg: kilogram.

Participants showed significant improvements in functional capacity ( $p=0.030$ ), lower ( $p=0.015$ ), and upper ( $p=0.011$ ) limb muscle strength at hospital discharge compared to the baseline values. There was no significant difference in health-related quality of life (Table 3).

## Discussion

This is the first study investigating the feasibility of an individualized in-hospital exercise training program for people undergoing hematopoietic stem cell transplantation based on daily clinical, hemodynamic and hematologic parameters. The main findings of this study were (i) the individualized in-hospital exercise training program guided by daily clinical, hemodynamic and hematologic assessment is feasible for people undergoing hematopoietic stem cell transplantation; (ii) there were no adverse events during the intervention; (iii) this program may improve functional capacity and muscle strength from hospital admission to discharge.

Previous studies have demonstrated the benefits of exercise programs for people undergoing hematopoietic stem cell transplantation; however, the findings are still conflicting regarding adherence of interventions [3,7]. One of the possible reasons for this inconsistency is the use of pre-established exercise protocols for people with varying diseases, diagnosis and severity levels rather than providing personalized care [7,9].

The in-hospital exercise program adherence rates for people with hematological diseases range from 54% to 89% [8,14–16]. Morishita et al. investigated in-hospital exercise training in people undergoing hematopoietic stem cell transplantation in the neutropenia phase and obtained a 74% adherence rate [14]. In contrast,

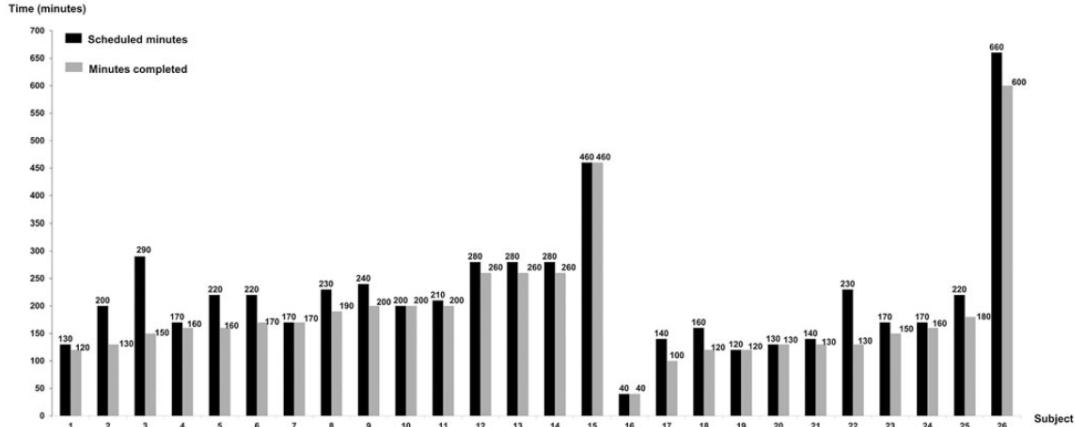


Figure 3. Individual participant adherence (completion of at least 70% of the planned exercise time) to the individualized in-hospital exercise training program. The participant numbering was randomly assigned and do not correspond to the participant's identification code in the study.

Table 3. Change in functional outcomes and health-related quality of life over time.

Outcomes	Baseline	Hospital discharge	95% CI	p
Functional capacity (6ST)	93 ± 33	99 ± 34	-10.7; -0.6	0.030
Lower limb muscle strength (STS)	20 ± 7	22 ± 9	-31; -0.4	0.015
Upper limb muscle strength (Handgrip)	26.4 ± 14.5	27.6 ± 14.5	-2.4; -0.4	0.011
QLQ-C30 (overall health)	62.9 ± 24.6	65.9 ± 26.3	-8.6; 1.8	0.189
QLQ-C30 (functional health)	63.9 ± 24.8	66.3 ± 25.7	-6.6; 1.0	0.144
QLQ-C30 (symptoms)	40.2 ± 20.7	34.3 ± 16.7	-0.2; 13.2	0.057

Data are reported as means and standard deviations.

QLQ-C30: European Organization for Research and Treatment of Cancer's Quality of Life Questionnaire; STS: 1-min sit-to-stand test; 6ST: 6-min step test.

this study found an adherence rate of 86%. Higher adherence has also been found by Schuler et al. in 16 adults undergoing hematopoietic stem cell transplantation (85%) using an exercise protocol based on daily clinical assessment according to hemoglobin levels and a platelet count [15]. Although the authors have established the lower hemoglobin and platelet count for safety, no exercise prescription individualization was applied for those with platelet counts between 10,000 and 49,000 cells/mm<sup>3</sup> and those with platelet counts equal or above 50,000 cells/mm<sup>3</sup> as proposed by the exercise protocol used in this study (Figure 1).

The attrition rate in this study was also low (12%) compared to prior studies [8,28]. In a recent systematic review, the mean attrition rate reported in the 20 studies in people undergoing hematopoietic stem cell transplantation was 18% [28]. The main reasons for attrition were non-adaptation to the intervention protocol and change in health status during the intervention. Conversely, in this study there was no attrition related to the in-hospital exercise training program itself. These findings suggest that an intervention adapted and conducted in accordance with individual's daily clinical condition may decrease the dropout rate in exercise sessions for people undergoing hematopoietic stem cell transplantation in a hospital environment.

The American College Sports of Medicine guidelines provide care recommendations regarding exercise training for cancer survivors [29]. However, the recommendations for people undergoing hematopoietic stem cell transplantation procedure are still limited. In addition, most studies do not clearly describe the criteria for exercise commencement and interruption in their protocol [7], which hinders conclusions regarding ideal exercise regimes for this patient population. This study suggests that more adjustable, individualized and progressive protocols are feasible for people undergoing hematopoietic stem cell transplantation. It is important that health professionals are aware of the hematopoietic stem cell transplantation patient's daily clinical status variations before initiating exercise training in a hospital setting.

Functional capacity is an important prognostic predictor in people undergoing hematopoietic stem cell transplantation [4]. Confinement in the hospital room due to low immunity and prolonged hospitalization may considerably affect functional capacity due to mobility restriction. In this study, participants showed a significant change in functional capacity according to the 6-min step test following the individualized in-hospital exercise training program. In addition, our results demonstrated improvements in lower and upper limb muscle strength. Muscle strength represents an important clinical outcome during the hematopoietic stem cell transplantation process due to its strong association with more independence in daily activities [28]. The lack of effects on health-related quality of life observed in this study may be explained by the complexity of factors determining the quality of life of people undergoing hematopoietic stem cell transplantation, which may be considerably affected by hospitalization [2,8]. The health-related quality of life were assessed within 4-week timeframe by the European Organization for Research and Treatment of Cancer's Quality of Life Questionnaire, this may also have constrain its ability to detect significant changes in health-related quality of life during a shorter period of hospital stay ( $23 \pm 7$  d). Moreover, the changes observed in this study must be interpreted with caution, as most these measures did not reach the minimal detectable change or the minimal clinically important difference reported in healthy and clinical populations. These findings need to be confirmed in larger, powered randomized trials.

This study has limitations. First, the selection criteria of the convenience sample include in this study, recruited with a

consecutive sampling method may influence the external validity of the present findings. However, the sample was a cross-section of patients drawn from a single hematopoietic stem cell transplantation Unit of varied diagnosis and severities, which represents usual characteristics of people undergoing hematopoietic stem cell transplantation. Second, the use of a more specific questionnaire for people undergoing hematopoietic stem cell transplantation which assesses health-related quality of life in a 7-day timeframe (i.e., Functional Assessment of Cancer Therapy – Bone Marrow Transplantation questionnaire) might have been more sensitive to detect change in the inpatient population. Third, not all concepts of feasibility were investigated and no control group was included in this study. However, most relevant feasibility questions, applicable to in-hospital exercise training, were addressed [30]. Finally, the benefits of the exercise intervention were only explored prior to hospital discharge; therefore, it is not possible to determine the long-term effects of this individualized in-hospital intervention.

In conclusion, an individualized in-hospital exercise training program based on clinical, hemodynamic and hematological daily parameters is feasible for people undergoing hematopoietic stem cell transplantation. This exercise modality should be tested more rigorously in a larger randomized controlled trial to confirm its benefits on functional capacity, muscle strength, and health-related quality of life.

## Acknowledgments

The authors would like to thank the hospital staff team for their invaluable assistance in this study research. The authors are very grateful to the participants of this study.

## Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the authors.

## Funding

This study was financially supported by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

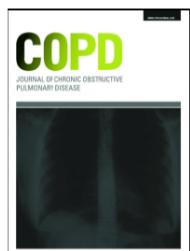
## ORCID

Aline P. Fioritto  <http://orcid.org/0000-0001-7106-7876>  
 Cristina C. Oliveira  <http://orcid.org/0000-0001-6546-0225>  
 Catherine L. Granger  <http://orcid.org/0000-0001-6169-370X>  
 Linda Denehy  <http://orcid.org/0000-0002-2926-8436>

## References

- [1] Inamoto Y, Lee SJ. Late effects of blood and marrow transplantation. *Haematologica*. 2017;102:614–625.
- [2] Fiuzta-Luces C, Simpson RJ, Ramírez M, et al. Physical function and quality of life in patients with chronic GvHD: a summary of preclinical and clinical studies and a call for exercise intervention trials in patients. *Bone Marrow Transplant*. 2016;51:13–26.
- [3] Smith-Turchyn J, Richardson J. A systematic review on the use of exercise interventions for individuals with myeloid leukemia. *Support Care Cancer*. 2015;23:2435–2446.

- [4] Jones LW, Devlin SM, Maloy MA, et al. Prognostic importance of pretransplant functional capacity after allogeneic hematopoietic cell transplantation. *Oncologist*. 2015;20:1290–1297.
- [5] Bergenthal N, Will A, Streckmann F, et al. Aerobic physical exercise for adult patients with haematological malignancies. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;11:CD009075.
- [6] Zhou Y, Zhu J, Gu Z, et al. Efficacy of exercise interventions in patients with acute leukemia: a meta-analysis. *PLoS One*. 2016;11:e0159966.
- [7] Persoon S, Kersten MJ, Van Der Weiden K, et al. Effects of exercise in patients treated with stem cell transplantation for a hematologic malignancy: a systematic review and meta-analysis. *Cancer Treat Rev*. 2013;39:682–690.
- [8] Alibhai SMH, Durbano S, Breunis H, et al. A phase II exercise randomized controlled trial for patients with acute myeloid leukemia undergoing induction chemotherapy. *Leuk Res*. 2015; pii:S0145-2126(15)30365-9.
- [9] Winters-Stone KM, Neil SE, Campbell KL. Attention to principles of exercise training: a review of exercise studies for survivors of cancers other than breast. *Br J Sports Med*. 2014;48:987–995.
- [10] Schwartz D, Lellouch J. Explanatory and pragmatic attitudes in therapeutic trials. *J Clin Epidemiol*. 2009;62:499–505.
- [11] Malta M, Cardoso LO, Bastos FI, et al. STROBE initiative: guidelines on reporting observational studies. *Rev Saude Publica*. 2010;44:559–565.
- [12] Hoffmann T, Glasziou P, Boutron I, et al. Better reporting of interventions: template for intervention description and replication (TIDieR) checklist and guide. *BMJ*. 2014;348:g1687.
- [13] Schmitz KH, Courneya KS, Matthews C, et al. American college of sports medicine roundtable on exercise guidelines for cancer survivors. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42:1409–1426.
- [14] Morishita S, Kaida K, Setogawa K, et al. Safety and feasibility of physical therapy in cytopenic patients during allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. *Eur J Cancer Care (Engl)*. 2013;22:289–299.
- [15] Schuler MK, Hornemann B, Pawandnerat C, et al. Feasibility of an exercise programme in elderly patients undergoing allogeneic stem cell transplantation: a pilot study. *Eur J Cancer Care*. 2016;25:839–848.
- [16] Peters T, Erdmann R, Hacker E. Exercise intervention: attrition, compliance, adherence, and progression following hematopoietic stem cell transplantation. *Clin J OncolNurs*. 2018;22:97–103.
- [17] Van Haren I, Staal JB, Potting CM, et al. Physical exercise prior to hematopoietic stem cell transplantation: a feasibility study. *Physiother Theory Pract*. 2018;34:747–756.
- [18] Pessoa BV, Arcuri JF, Labadessa IG, et al. Validity of the six-minute step test of free cadence in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Braz J Phys Ther*. 2014;18:228–236.
- [19] Arcuri JF, Borghi-Silva A, Labadessa IG, et al. Validity and reliability of the 6-minute step test in healthy individuals: a cross-sectional Study. *Clin J Sport Med*. 2016;26:69–75.
- [20] Bohannon RW. Test-retest reliability of the five-repetition sit-to-stand test: a systematic review of the literature involving adults. *J Strength Cond Res*. 2011;25:3205–3207.
- [21] Vaidya T, Bisschop C, Beaumont M, et al. Is the 1-minute sit-to-stand test a good tool for the evaluation of the impact of pulmonary rehabilitation? Determination of the minimal important difference in COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2016;11:2609–2616.
- [22] Celis-Morales CA, Petermann F, Hui L, et al. Associations between diabetes and both cardiovascular disease and all-cause mortality are modified by grip strength: evidence from UK biobank, a prospective population-based cohort study. *Diab Care*. 2017;40:1710–1718.
- [23] Trutschnigg B, Kilgour RD, Reinglas J, et al. Precision and reliability of strength (Jamar vs. Biomed handgrip) and body composition (dualenergy X-ray absorptiometry vs. bioimpedance analysis) measurements in advanced cancer patients. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2008;33:1232–1239.
- [24] Paiva CE, Carneseca EC, Barroso EM, et al. Further evaluation of the EORTC QLQ-C30 psychometric properties in a large Brazilian cancer patient cohort as a function of their educational status. *Support Care Cancer*. 2014;22:2151–2160.
- [25] Osoba D, Rodrigues G, Myles J, et al. Interpreting the significance of changes in health-related quality-of-life scores. *J Clin Oncol*. 1998;16:139–144.
- [26] Holland AE, Mahal A, Hill CJ, et al. Home-based rehabilitation for COPD using minimal resources: a randomised, controlled equivalence trial. *Thorax*. 2017;72:57–65.
- [27] Viechtbauer W, Smits L, Kotz D, et al. A simple formula for the calculation of sample size in pilot studies. *J Clin Epidemiol*. 2015;68:1375–1379.
- [28] Hacker ED, Mjukian M. Review of attrition and adherence in exercise studies following hematopoietic stem cell transplantation. *Eur J Oncol Nurs*. 2014;18:175–182.
- [29] Wolin KY, Schwartz AL, Matthews CE, et al. Implementing the exercise guidelines for cancer survivors. *J Support Oncol*. 2012;10:171–177.
- [30] Bowen DJ, Kreuter M, Spring B, et al. How we design feasibility studies. *Am J Prev Med*. 2009;36:452–457.



## Sixminute Stepper Test to Set Pulmonary Rehabilitation Intensity in Patients with COPD—A Retrospective Study – Letter to the Editor

C. Malaguti, V.S. Albuquerque & S Dal Corso

To cite this article: C. Malaguti, V.S. Albuquerque & S Dal Corso (2017): Sixminute Stepper Test to Set Pulmonary Rehabilitation Intensity in Patients with COPD—A Retrospective Study – Letter to the Editor, COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, DOI: [10.1080/15412555.2017.1412415](https://doi.org/10.1080/15412555.2017.1412415)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/15412555.2017.1412415>



Published online: 27 Dec 2017.



Submit your article to this journal



View related articles



View Crossmark data

## LETTER TO THE EDITOR



## Sixminute Stepper Test to Set Pulmonary Rehabilitation Intensity in Patients with COPD—A Retrospective Study – Letter to the Editor

C. Malaguti<sup>a</sup>, V.S. Albuquerque<sup>a</sup>, and S Dal Corso<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Master's Program in Rehabilitation Sciences, Federal University of Juiz de Fora (UFJF), Minas Gerais, Brazil; <sup>b</sup>Post-graduation Program in Rehabilitation Sciences, Nove de Julho University, São Paulo, Brazil

We read with interest the recent paper by Bonnevie et al. (1), "Six-minute stepper test to set pulmonary rehabilitation intensity in patients with COPD— A retrospective study." The central idea of the study was to use the heart rate (HR) obtained from the six-minute stepper test (6MST) to adjust the training intensity for patients with COPD. For that, the authors compared the mean HR during the first (HR1–3) and last (HR4–6) three minutes of the 6MST with the HR at the ventilatory threshold (HRvt) from the cardiopulmonary exercise test (CPET). The study has an interesting premise since the exercise intensity is a crucial aspect to obtaining the benefits of aerobic training, and simple strategies to prescribe it are still needed. However, some aspects are subject to criticism.

First, HR is not suitable for determining target exercise training intensity for patients with COPD, because, even at maximum cardiopulmonary exercise testing, the peak HR is commonly low, i.e., they present with a high HR reserve (2). In addition, although the 6MST is time-limited, it is possible that, for some patients with COPD, it is a maximum test, and, for others, it is a submaximal test, as observed with the six-minute walk test in this population (3). Therefore, the HR obtained from the 6MST should be used cautiously to prescribe aerobic training in patients with COPD. To minimize possible imprecisions of this method, we suggest, in future studies, to associate dyspnea ratings to regulate the intensity of exercise training (4).

Second, the external validity of adjusting the training intensity based on HR is reduced when the ventilatory threshold is not always detected in patients with COPD (5). In the present study, the authors had the elegance of describing that HR at the ventilatory threshold (HRvt) from CPET was not identified some patients (more than one-third). How, then, should the intensity be adjusted for these patients? Additionally, a previous study (5) showed a wide variability on HRvt when expressed as a percent of attained peak HR, predicted peak HR, and HR reserve in patients with COPD.

Third, patients in the study by Bonnevie et al. (1) seemed to have presented mild impairment of functional capacity, since they performed a higher number of steps in the 6MST than did patients with COPD in the original study, but presented with similar performances to those observed in healthy subjects (6). Since cardiovascular responses to exercise in patients with

COPD differ significantly depending on the severity of COPD (7), it would have been interesting to see data from the CPET to explain the possible causes of the exercise limitation in the patients studied. In relation to CPET, how was the CPET conducted in seven patients that used long-term oxygen?

Fourth, the analysis to answer the main research question was done by correlating HR from 6MST with HRvt from CPET. However, this seems to be not appropriate when the objective is the comparability of the methods (8). Instead, the Bland-Altman analysis would be more informative(9).

Although we recognize the relevance of the Bonnevie's et al. study, it seems not be clinically justifiable using the HR estimated from a constant workload test (6MST) to target the intensity of exercise training in patients with COPD undergoing pulmonary rehabilitation. Since maximal exercise capacity is rarely limited by the cardiocirculatory system in patients with COPD, the use of this parameter may result in improper training stimulus. In this context, to solve the lack of evaluation centers for pulmonary rehabilitation, we suggest using either the incremental shuttle walk test (10) or the modified incremental step test (11) to determine the appropriate exercise intensity, based on a percentage of the speed or number of steps, respectively.

### Declaration of interest

The authors report no conflicts of interest.

### References

1. Bonnevie T, Gravier FE, Leboullenger M, Médrinal C, Viacroze C, Cuvelier A, et al. Six-minute stepper test to set pulmonary rehabilitation intensity in patients with COPD—A retrospective study. COPD. 2017;14(3):293–297. <https://doi.org/10.1080/15412555.2017.1303040>. PMID:28388274.
2. Butcher SJ, Jones RL. The impact of exercise training intensity on change in physiological function in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Sports Med. 2006;36(4):307–325. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636040-00003>. PMID:16573357.
3. Troosters T, Vilaro J, Rabinovich R, Casas A, Barberà JA, Rodriguez-Roisin R, Roca J. Physiological responses to the 6-min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Eur Respir J.

- 2002;20(3):564–569. <https://doi.org/10.1183/09031936.02.02092001>. PMID:12358329.
4. Horowitz MB, Littemberg B, Mahler DA. Dyspnea ratings for prescribing exercise intensity in patients with COPD. *Chest*. 1996; 109:1169–1175. <https://doi.org/10.1378/chest.109.5.1169>. PMID: 8625662.
  5. Zacarias EC, Neder JA, Cendom SP, Nery LE, Jardim JR. Heart rate at the estimated lactate threshold in patients with chronic obstructive pulmonary disease: effects on the target intensity for dynamic exercise training. *J Cardiopulm Rehabil*. 2000;20(6):369–376. <https://doi.org/10.1097/00008483-200011000-00006>. PMID:11144043.
  6. Borel B, Fabre C, Saison S, Bart F, Grosbois JM. An original field evaluation test for chronic obstructive pulmonary disease population: the six-minute stepper test. *Clin Rehabil*. 2010;24(1):82–93. <https://doi.org/10.1177/0269215509343848>. PMID:20053721.
  7. O'Donnell DE, Elbehairy AF, Berthon DC, Dominik NJ, Neder JA. Advances in the evaluation of respiratory pathophysiology during exercise in chronic obstructive lung diseases. *Front Physiol*. 2017 Feb22:8:82. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00082>.
  8. Giavarina D. Understanding bland altman analysis. *Biochem Med*. 2015;25(2):141–151. <https://doi.org/10.11613/BM.2015.015>.
  9. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1(8476):307–310. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(86\)90837-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(86)90837-8). PMID:2868172.
  10. Singh SJ, Morgan MDL, Hardman AE, Rowe C, Bardsley PA. Comparison of oxygen uptake during a conventional treadmill test and the shuttle walking test in chronic airflow limitation. *Eur Respir J*. 1994;7(11):2016–2020. PMID: 7875275.
  11. Dal Corso S, de Camargo AA, Izbicki M, Malaguti C, Nery LE. A symptom-limited incremental step test determines maximum physiological responses in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med*. 2013;107(12): 1993–1999. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2013.06.013>. PMID: 23863809.

**ANEXO A – Declaração de infraestrutura e concordância**

  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE JUIZ DE FORA

---

FACULDADE DE FISIOTERAPIA  
Rua Eugênio do Nascimento, s/nº— Bairro Dom Bosco  
Juiz de Fora - MG - CEP: 36026-230

---

**DECLARAÇÃO**

Eu "Maria Alice Junqueira Caldas", na qualidade de responsável pela "Faculdade de Fisioterapia", autorizo a realização de a pesquisa intitulada "Equação de referência para o teste do degrau de seis minutos baseado em um estudo multicêntrico Brasileiro" a ser conduzida sob a responsabilidade da pesquisadora Carla Malaguti/ Vanessa Salles de Albuquerque"; e DECLARO que está instituição apresenta infraestrutura necessária à realização da referida pesquisa. Esta declaração é válida apenas no caso de haver parecer favorável do Comitê de Ética da UFJF para a referida pesquisa.

Juiz de Fora, 06 de dezembro de 2017

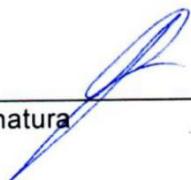
ASSINATURA *Maria Alice Junqueira Caldas*

Profª Drª Maria Alice Junqueira Caldas  
Diretora da Faculdade de Fisioterapia da UFJF  
SIAPE 1148823

**ANEXO B – Carta de anuênciа dos coparticipantes****CARTA DE ANUÊNCIA**

Declaro, para os devidos fins, que concordo em participar do Projeto de Pesquisa, intitulado *Equação de referência para o teste do degrau de seis minutos baseado em um estudo multicêntrico Brasileiro*, sob a responsabilidade do Professor / Pesquisador Carla Malaguti, do Mestrado em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional da Universidade Federal de Juiz de Fora, desenvolvendo as atividades que me competem, pelo período de execução previsto no referido Projeto.

Assinatura

  
Anderson José  
NOME  
CPF Nº 128.614.618-61  
Fone(s) para contato 11 99572.7291  
E-mail dr.anderson.jose@gmail.com

**CARTA DE ANUÊNCIA**

Declaro, para os devidos fins, que concordo em participar do Projeto de Pesquisa, intitulado *Equação de referência para o teste do degrau de seis minutos baseado em um estudo multicêntrico Brasileiro*, sob a responsabilidade do Professor / Pesquisador Carla Malaguti, do Mestrado em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional da Universidade Federal de Juiz de Fora, desenvolvendo as atividades que me competem, pelo período de execução previsto no referido Projeto.

Assinatura

Gerson Fonseca de Souza  
NOME  
CPF Nº 813.028.864-87  
Fone(s) para contato 11 97445 4133  
E-mail gfsouza.13@gmail.com

**CARTA DE ANUÊNCIA**

Declaro, para os devidos fins, que concordo em participar do Projeto de Pesquisa, intitulado *Equação de referência para o teste do degrau de seis minutos baseado em um estudo multicêntrico Brasileiro*, sob a responsabilidade do Professor / Pesquisador Carla Malaguti, do Mestrado em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional da Universidade Federal de Juiz de Fora, desenvolvendo as atividades que me competem, pelo período de execução previsto no referido Projeto.

Assinatura

NOME

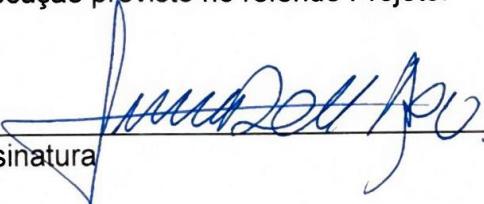
CPF Nº 257.204.418-83

Fone(s) para contato 63 981908111

E-mail GRAFBC10@gmail.com

## CARTA DE ANUÊNCIA

Declaro, para os devidos fins, que concordo em participar do Projeto de Pesquisa, intitulado *Equação de referência para o teste do degrau de seis minutos baseado em um estudo multicêntrico Brasileiro*, sob a responsabilidade do Professor / Pesquisador Carla Malaguti, do Mestrado em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional da Universidade Federal de Juiz de Fora, desenvolvendo as atividades que me competem, pelo período de execução previsto no referido Projeto.

  
Assinatura

NOME Pedro Del Lago  
CPF Nº 464 646 620-15  
Fone(s) para contato 51 999617331  
E-mail pdellogo66@gmail.com

**CARTA DE ANUÊNCIA**

Declaro, para os devidos fins, que concordo em participar do Projeto de Pesquisa, intitulado *Equação de referência para o teste do degrau de seis minutos baseado em um estudo multicêntrico Brasileiro*, sob a responsabilidade do Professor / Pesquisador Carla Malaguti, do Mestrado em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional da Universidade Federal de Juiz de Fora, desenvolvendo as atividades que me competem, pelo período de execução previsto no referido Projeto.

*Simone Dal Corso*  
Assinatura

NOME: SIMONE DAL CORSO  
CPF Nº: 393.715.730-15

Fone(s) para contato: (11) 3385-9154 / (11) 982657679  
E-mail: si.dal.corso@gmail.com

## ANEXO C - Questionário Internacional de Atividade Física



### QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA IPAQ- versão curta

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

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

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

Para responder as questões lembre que:

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

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

**1a** Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

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

**1b** Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

**4a.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

**4b.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos



## CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA IPAQ

**1. MUITO ATIVO:** aquele que cumpriu as recomendações de:

- a) VIGOROSA:  $\geq 5$  dias/semana e  $\geq 30$  minutos por sessão
- b) VIGOROSA:  $\geq 3$  dias/semana e  $\geq 20$  minutos por sessão + MODERADA e/ou  
CAMINHADA:  $\geq 5$  dias/semana e  $\geq 30$  minutos por sessão.

**2. ATIVO:** aquele que cumpriu as recomendações de:

- a) VIGOROSA:  $\geq 3$  dias/semana e  $\geq 20$  minutos por sessão; ou
- b) MODERADA ou CAMINHADA:  $\geq 5$  dias/semana e  $\geq 30$  minutos por sessão; ou
- c) Qualquer atividade somada:  $\geq 5$  dias/semana e  $\geq 150$  minutos/semana (caminhada + moderada + vigorosa).

**3. IRREGULARMENTE ATIVO:** aquele que realiza atividade física, porém insuficiente para ser classificado como ativo pois não cumpre as recomendações quanto à freqüência ou duração. Para realizar essa classificação soma-se a freqüência e a duração dos diferentes tipos de atividades (caminhada + moderada + vigorosa). Este grupo foi dividido em dois sub-grupos de acordo com o cumprimento ou não de alguns dos critérios de recomendação:

**IRREGULARMENTE ATIVO A:** aquele que atinge pelo menos um dos critérios da recomendação quanto à freqüência ou quanto à duração da atividade:

- a) Freqüência: 5 dias /semana ou
- b) Duração: 150 min / semana

**IRREGULARMENTE ATIVO B:** aquele que não atingiu nenhum dos critérios da recomendação quanto à freqüência nem quanto à duração.

**4. SESENTÁRIO:** aquele que não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana.

**Exemplos:**

Indivíduos	Caminhada		Moderada		Vigorosa		Classificação
	F	D	F	D	F	D	
1	-	-	-	-	-	-	Sedentário
2	4	20	1	30	-	-	Irregularmente Ativo A
3	3	30	-	-	-	-	Irregularmente Ativo B
4	3	20	3	20	1	30	Ativo
5	-	-	-	-	5	30	Muito Ativo

**ANEXO D - Escala de BORG modificada**