

## Teste de degrau de seis minutos no sobrepeso e obesidade: validação, confiabilidade e equação de predição

### Six-minute step test for overweight and obese subjects: concurrent validity, intrarater reliability and prediction equation

Thúlio Nilson do Nascimento Pereira<sup>1</sup>, Anna Myrna Jaguaribe de Lima<sup>1\*</sup>, Jéssica do Carmo Anjos do Monte<sup>2</sup>, Leandro Augusto da Silva Araújo<sup>2</sup>, Cinthia Rodrigues de Vasconcelos<sup>3</sup>, Anísio Francisco Soares<sup>1</sup>.

1. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Recife, PE, Brasil.

2. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Educação Física, Recife, PE, Brasil.

3. Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Fisioterapia, Recife, PE, Brasil.

#### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a validação do constructo e a reprodutibilidade intra-avaliador do teste de degrau de 6 minutos (TD6M) e desenvolver uma equação de predição para o desempenho no teste de degrau em indivíduos com sobrepeso e obesidade.

**Metodos:** Foram analisados 35 indivíduos, divididos em dois grupos: obesidade/sobrepeso e grupo controle. O TD6M e o teste de caminhada de 6 minutos (TC6M) foram feitos em dias distintos. Para avaliar a força muscular de membros inferiores foi utilizado o dinamômetro isocinético.

**Resultados:** Uma correlação positiva moderada entre os desempenhos no TD6M e no TC6M foi encontrada no grupo obesidade/sobrepeso ( $r=0,501$ ;  $p=0,01$ ). A reprodutibilidade no grupo obesidade/sobrepeso foi excelente tanto para o desempenho quanto para as variáveis cardiovasculares (coeficiente de correlação intraclass (CCI)  $> 0,8$ ;  $p<0,000$ ), com exceção da PAD imediatamente após, que apresentou reprodutibilidade muito boa (CCI =  $0,79$ ;  $p < 0,000$ ). No grupo obesidade/sobrepeso foi desenvolvida a seguinte equação de predição: número de subidas no degrau =  $85,847 + 0,482 \times$  (pico de torque de extensão do joelho).

**Conclusão:** O TD6M é válido, reprodutível e uma alternativa viável para avaliar a capacidade funcional de exercício em jovens obesos e com sobrepeso. Os resultados mostraram que a força muscular dos membros inferiores é capaz de prever o desempenho no TD6M.

**Palavras-chave:** Estudo de validação, Reprodutibilidade dos testes, Obesidade, Teste de esforço, Força muscular.

#### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the construct validation and intra-rater reproducibility of the 6-minute step test (6MST) and develop a prediction equation for the step test performance in overweight and obese individuals.

**Methods:** A total of 35 individuals were analyzed and divided into two groups: obese/overweight and control group. The 6MST and the 6-minute walk test (6MWT) were performed on different days. An isokinetic dynamometer was used to assess the lower limb muscle strength.

**Results:** A moderate positive correlation between the 6MST and 6MWT performances was found in the obese/overweight group ( $r = 0.501$ ;  $p = 0.01$ ). Reproducibility in the obese/overweight group was excellent for both performance and cardiovascular variables (intraclass correlation coefficient (ICC) $>0.8$ ;  $p<0.000$ ), with the exception of the diastolic blood pressure (DBP) immediately after, which showed very good reproducibility (ICC) =  $0.79$ ;  $p<0.000$ ). The following prediction equation was developed in the obese/overweight group: number of steps climbed =  $85.847 + 0.482 \times$  (peak knee extension torque).

**Conclusion:** The 6MST is a valid, reproducible and viable alternative to assess functional exercise capacity in obese and overweight young people. The results showed that the lower limb muscle strength can predict performance on the 6MST.

**Key-words:** Validation study, Reproducibility of results, Obesity, Exercise test, Muscle strength.

Recebido em: 24 de julho de 2020; Aceito em: 08 de setembro de 2020.

Correspondência: Anna Myrna Jaguaribe de Lima, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife - PE. anna.myrna@ufrpe.br

## Introdução

A obesidade pode promover ineficácia dos músculos respiratórios e redução da força e da *endurance* muscular respiratória. Estes fatores levam à sobrecarga inspiratória, aumento do trabalho respiratório, do consumo de oxigênio, do custo energético da respiração e, conseqüentemente, redução da Capacidade Funcional de Exercício (CFE) destes indivíduos [1].

Além de comprometer o sistema respiratório, a baixa capacidade oxidativa do músculo esquelético do obeso é também apontada como responsável pela intolerância ao exercício físico na obesidade. O grande número de fibras musculares glicolíticas rápidas do tipo II e uma baixa quantidade de fibras musculares oxidativas do tipo I no obeso causam fraqueza muscular periférica e prejudicam a CFE [2,3]. A presença de comorbidades associadas como doença cardiovascular, doença coronariana, acidente vascular cerebral, diabetes mellitus tipo 2 e hipertensão arterial também podem contribuir para a limitação da tolerância ao exercício na obesidade [4-6].

Apesar da CFE não ser avaliada de rotina na prática clínica, é um marcador importante da saúde cardiovascular [7]. Sobre os métodos de avaliação da CFE, os testes de campo oferecem resultados efetivos, além de terem um menor custo. O teste de degrau de seis minutos (TD6M), um teste de campo de intensidade submáxima, é melhor tolerado pelos pacientes e tem fácil adaptação e portabilidade [8]. Embora o TD6M já tenha sido validado em outras populações [8-10], a validação para indivíduos com obesidade e sobrepeso ainda não foi estudada.

Desta forma, o objetivo do estudo foi avaliar a validação do constructo e a reprodutibilidade intra-avaliador do TD6M para determinar a CFE em indivíduos com sobrepeso e obesidade, além de desenvolver uma equação de predição para o desempenho no TD6M.

## Métodos

### *Amostra*

Trata-se de um estudo observacional, prospectivo e de corte transversal. A população foi composta por 35 indivíduos, divididos em dois grupos: grupo GOS (grupo obesidade e sobrepeso) e GC (grupo controle: constituído por indivíduos eutróficos).

Como critérios de inclusão, idade entre 18 e 45 anos e de ambos os sexos. No grupo controle, foram incluídos indivíduos com índice de massa corporal (IMC) entre 18,5 e 24,9 kg/m<sup>2</sup> e no grupo sobrepeso e obesidade foram considerados voluntários com IMC entre 25,0 e 39,9kg/m<sup>2</sup>. Foram excluídos indivíduos que apresentassem comorbidades como hipertensão e diabetes não controladas, alterações ortopédicas e neurológicas, distúrbios respiratórios como DPOC e asma, ou qualquer doença cardiovascular ou respiratória que impedisse a realização dos testes. Os voluntários foram esclarecidos sobre todos os procedimentos que seriam realizados e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). O estudo foi aprovado pelo comitê de ética e pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco (no: 050244/2018).

### *Avaliação inicial*

Os voluntários passaram por anamnese, avaliação antropométrica e responderam ao questionário internacional de atividade física (IPAQ)- versão curta [11], para avaliar o nível de atividade física.

### *Avaliação isocinética da força muscular*

A avaliação isocinética da força muscular dos membros inferiores foi realizada com o dinamômetro isocinético *Humac Norm* (HUMAC NORM 2009 System, Boston, EUA). O parâmetro para determinar a força de membros inferiores foi o pico de torque do quadríceps femoral e isquiotibiais na fase concêntrica de cada membro inferior. O equipamento era periodicamente calibrado, segundo as recomendações do fabricante. Os participantes sentavam-se em posição ereta na cadeira, com o encosto a 90°, o tronco e a coxa do membro avaliado estabilizado por tiras, para minimizar movimentos compensatórios. O côndilo femoral lateral foi utilizado como ponto anatômico para alinhar o eixo de rotação do joelho com o eixo de rotação do dinamômetro. Os participantes realizaram duas séries de 5 repetições de extensão e flexão do joelho em cada membro, com velocidade angular de 60°/s, começando sempre com o membro dominante. O pico de torque foi calculado pela força multiplicado pela distância perpendicular.

### *Testes de avaliação da capacidade funcional de exercício*

Os testes foram feitos em dois dias distintos, com no mínimo dois e no máximo sete dias de intervalo entre eles. No primeiro dia de avaliação, o indivíduo realizou teste-reteste do TD6M ou do TC6M, de acordo com a randomização (site randomization.com) e, no segundo dia, foi feito o outro teste-reteste. Em ambos os dias, houve um intervalo mínimo de trinta minutos entre o teste e o reteste.

A execução dos testes foi na presença de dois avaliadores. Um avaliador monitorava a frequência cardíaca (FC), utilizando um frequencímetro (Polar® RS800CX ProTrainer), a pressão arterial (PA) e o sintoma de fadiga de membros inferiores (MMII), através da escala de Borg modificada [12]. Já o outro avaliador acompanhava o número de voltas (TC6M) ou o número de subidas no degrau (TD6M). Em ambos os testes, as variáveis cardiovasculares foram analisadas no repouso, imediatamente após o teste e no primeiro e quinto minuto de recuperação. Durante a execução do teste, a cada minuto, eram utilizadas frases padronizadas de incentivo, de acordo com as recomendações da American Thoracic Society (ATS) adotadas para a realização do TC6M [13].

Teste de Caminhada de 6 Minutos (TC6M): foi realizado em um corredor plano, com 30 metros de comprimento e extremidades demarcadas através de cones sinalizadores. Os voluntários foram orientados a caminhar a maior distância possível, sem correr e num ritmo que conseguissem manter durante os seis minutos preconizados pelo teste. Durante a realização do teste, eram repetidas a cada minuto frases padronizadas de incentivo verbal, seguindo as recomendações da ATS [13].

Teste de Degrau de 6 Minutos (TD6M): foi realizado com degrau confeccionado em madeira, de 20cm de altura, 80cm de comprimento e 40cm de largura, com superfície antiderrapante. Os voluntários foram orientados a subir e descer o degrau, mantendo um ritmo que os possibilitasse subir o maior número possível de degraus durante seis minutos. Os membros inferiores poderiam ser intercalados nas subidas, e os membros superiores deveriam permanecer estacionários ao longo do corpo, para padronizar os testes foi realizado incentivo verbal a cada minuto, seguindo as recomendações da ATS [8,13].

### *Análise dos dados*

Os procedimentos estatísticos foram realizados no software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 20.0, com técnicas de estatística descritiva e inferencial. Para análise estatística dos resultados foi atribuído um nível de signifi-

cância de 95% ( $p < 0,05$ ). A normalidade dos dados foi verificada pelo teste Kolmogorov-Smirnov. O teste t de Student pareado foi utilizado para comparar o teste e o reteste e o teste t de Student não pareado para avaliar a diferença intergrupos entre as varáveis analisadas. Os dados foram expressos em média e desvio padrão.

Para validar o TD6M, foi utilizada a validação de constructo para testar hipóteses através da correlação de Pearson. A validade de constructo é o grau em que as evidências sobre as pontuações de uma medida suportam a inferência de que o constructo foi representado adequadamente. Na validação de constructo não se utiliza obrigatoriamente o padrão ouro, pode ser usado um outro teste que já tenha sido validado com o padrão ouro [14], no presente estudo, foi o TC6M.

Na avaliação da reprodutibilidade intravaliador foi utilizado o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) com o intervalo de confiança de 95%, no qual foi adotado a classificação dos valores de acordo com os critérios de interpretação de Weir [15] como: pobre ( $CCI < 0,2$ ), razoável ( $CCI > 0,21$  e  $< 0,4$ ), boa ( $CCI > 0,41$  e  $< 0,6$ ), muito boa ( $CCI > 0,61$  e  $< 0,8$ ) e excelente ( $CCI > 0,81$ ). O método de Bland-Altman foi utilizado para avaliar a concordância entre o teste e reteste do TD6M. No desenvolvimento da equação de predição foi realizada a análise de regressão linear simples entre o desempenho do TD6M e o pico de torque de extensão do joelho.

## Resultados

O protocolo de seleção, alocação e seguimento dos voluntários é mostrado no fluxograma que segue (Figura 1). Foram analisados 35 indivíduos adultos. 14 homens e 21 mulheres. No GOS ( $n=23$ , homens=11, mulheres=12) e no GC ( $n=12$ , homens=3, mulheres=9).

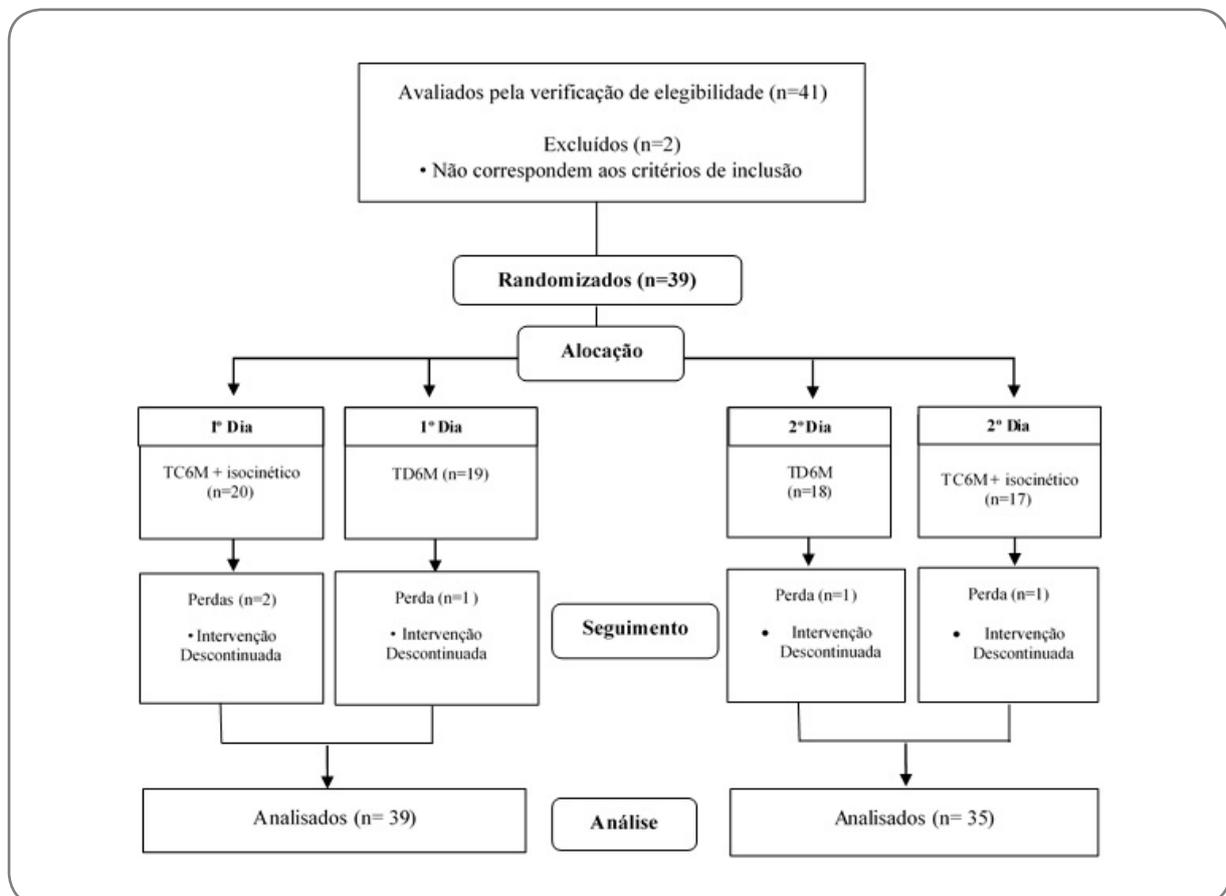


Figura 1 - Fluxograma de progresso e recrutamento de pacientes.

As características gerais da amostra foram descritas na tabela I.

Tabela I - Características gerais da amostra.

	Total (n = 35)	GC (n = 12)	GOS (n = 23)
<b>Sexo</b>			
Masculino n (%)	14 (40%)	3 (25%)	11 (47,8%)
Feminino n (%)	21 (60%)	9 (75%)	12 (52,2%)
<b>Idade, anos</b>	25,3 ± 5,6	24,4 ± 4,9	25,8 ± 6,0
<b>Peso, kg</b>	78,3 ± 16,9	61,8 ± 9,1	86,8 ± 13,4
<b>Altura, m</b>	1,66 ± 0,08	1,64 ± 0,08	1,67 ± 0,07
<b>IMC, kg/m<sup>2</sup></b>	28,2 ± 5,2	22,7 ± 2,1	31,0 ± 3,9
<b>Estado nutricional, n (%)</b>	Total (n=35)	Total (n=12)	Total (n=23)
Normal	12 (34,3%)	12 (100%)	0 (0%)
Sobrepeso	11 (31,4%)	0 (0%)	11 (47,8%)
Obesidade	12 (34,3%)	0 (0%)	12 (52,2%)
<b>Nível de atividade física n (%)</b>	Total (n= 35)	Total (n=12)	Total (n=23)
Muito ativo	9 (25,7%)	3 (25%)	6 (26,1%)
Ativo	12 (34,3%)	5 (41,7%)	7 (30,4%)
Irregularmente ativo	11 (31,4%)	3 (25%)	8 (34,8%)
Sedentário	3 (8,6%)	1 (8,3%)	2 (8,7%)
<b>Força muscular de MMII</b>	Total (n= 35)	Total (n=12)	Total (n=23)
PText. Joelho (N.m)	175,0 ± 55,7	156,6 ± 56,0	184,5 ± 54,3
PTflex.joelho (N.m)	82,2 ± 27,7	71,8 ± 27,8	87,7 ± 26,7

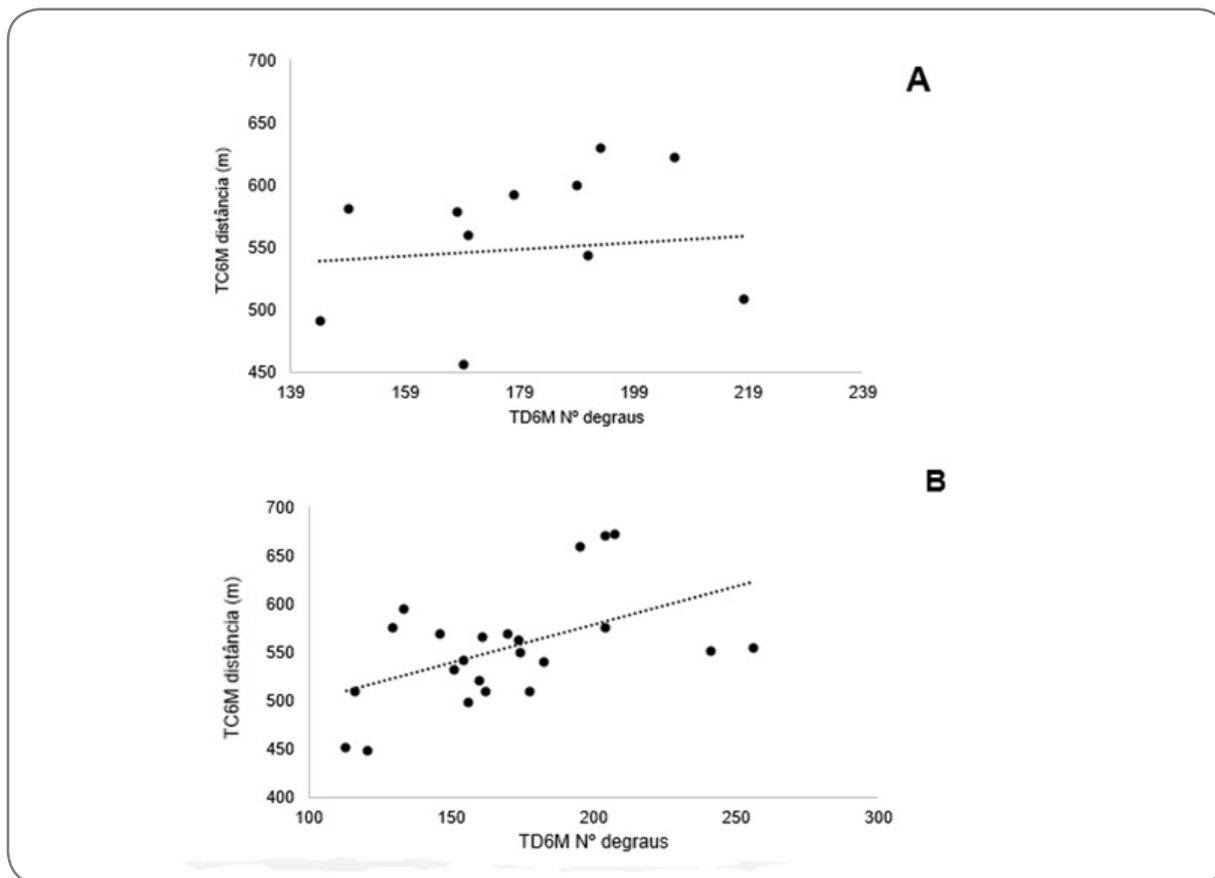
Dados expressos em média ± desvio padrão e em porcentagem; IMC = índice de massa corporal; PText. Joelho = pico de torque de extensão do joelho; PTflex. Joelho = pico de torque de flexão do joelho; \* Teste t não pareado.

Nos grupos GOS e GC, não foi observada diferença no desempenho do teste-reteste do TC6M (Tabela II, GOS, p=0,38; GC, p=0,74) e do TD6M (Tabela II, GOS, p=0,16; GC, p=0,27). Também não foi verificada diferença na comparação entre os grupos GOS e GC quanto ao desempenho no melhor teste do TC6M (Tabela II, p=0,84) e do TD6M (Tabela II, p=0,31).

Tabela II - Desempenho no teste-reteste do teste de caminhada de seis minutos e teste de degrau de seis minutos.

	GC	Valor de p	GOS	Valor de p	Total	Valor de p
TC6M1 (m)	539,4 ± 63,8		543,6 ± 59,7		542,2 ± 60,2	
TC6M2 (m)	542,1 ± 64,6	0,74 <sup>&amp;</sup>	536,8 ± 60,8	0,38 <sup>&amp;</sup>	538,6 ± 61,2	
MTTC6M (m)	549,0 ± 66,3		554,0 ± 58,2		552,3 ± 60,2	0,84 <sup>¥</sup>
TD6M1 (degraus)	180,8 ± 20,0		168,8 ± 37,1		172,9 ± 32,8	
TD6M2 (degraus)	185,1 ± 27,7	0,27 <sup>&amp;</sup>	172,0 ± 37,9	0,16 <sup>&amp;</sup>	176,5 ± 34,9	
MTTD6M(degraus)	188,6 ± 24,9		174,8 ± 37,8		179,5 ± 34,2	0,31 <sup>¥</sup>

GC = Grupo controle; GOS = Grupo com obesidade e sobrepeso; TC6M1 = Primeiro teste de caminhada de 6 minutos; TC6M2 = Segundo teste de caminhada de 6 minutos TD6M1 = Primeiro teste de degrau de 6 minutos; TD6M2 = Segundo teste de degrau de 6 minutos m: distância em metros; degraus: número de degraus; MTTC6M = Melhor teste de caminhada de 6 minutos; MTTD6M = Melhor teste de degrau de 6 minutos; Dados expressos em média ± desvio padrão; & Teste t pareado: Teste 1 vs Teste 2. ¥ Teste t não pareado: GC vs GOC; \*p<0,05.



TC6M = Teste de caminhada de 6 minutos; TD6M = Teste de degrau de 6 minutos.

**Figura 2** - Correlação entre o desempenho no teste de caminhada de 6 minutos e no teste de degrau de 6 minutos no grupo controle (figura 2A) e no grupo com obesidade e sobrepeso (figura 2B).

Na análise da validação de constructo, não foi identificada correlação entre o TD6M e o TC6M para o grupo GC (Figura 2A;  $r = 0,088$ ;  $p = 0,78$ ). Já no grupo GOS, foi observada uma correlação positiva moderada entre os desempenhos do TD6M e TC6M (Figura 2B;  $r = 0,501$ ;  $p = 0,01$ ).

Na tabela III, o GOS apresentou reprodutibilidade excelente quanto ao desempenho no TD6M (CCI = 0,95; IC = 95%; 0,90-0,98;  $p < 0,000$ ) e ao comportamento das seguintes variáveis cardiovasculares: PAS imediatamente após (CCI = 0,82; IC = 95%; 0,63-0,92;  $p < 0,000$ ), FC imediatamente após (CCI = 0,93; IC = 95%; 0,78-0,97;  $p < 0,000$ ), FC máx. (CCI = 0,93; IC = 95%; 0,76-0,97;  $p < 0,000$ ) e fadiga de MMII (CCI = 0,84; IC = 95%; 0,64-0,93;  $p < 0,000$ ). Já a PAD imediatamente após, apresentou reprodutibilidade muito boa (CCI = 0,79; IC = 95%; 0,58-0,90;  $p < 0,000$ ).

No GC, todas as variáveis apresentaram reprodutibilidade excelente: desempenho no TD6M (CCI = 0,86; IC = 95%; 0,59-0,95;  $p < 0,000$ ), PAS imediatamente após (CCI = 0,93; IC = 95%; 0,78-0,93;  $p < 0,000$ ), PAD imediatamente após (CCI = 0,92; IC = 95%; 0,75-0,97;  $p < 0,000$ ), FC máx (CCI = 0,82; IC = 95%; 0,50-0,94;  $p < 0,000$ ), FC imediatamente após (CCI = 0,81; IC = 95%; 0,48-0,94;  $p < 0,000$ ) e fadiga de MMII (CCI = 0,82; IC = 95%; 0,50-0,94;  $p < 0,000$ ).

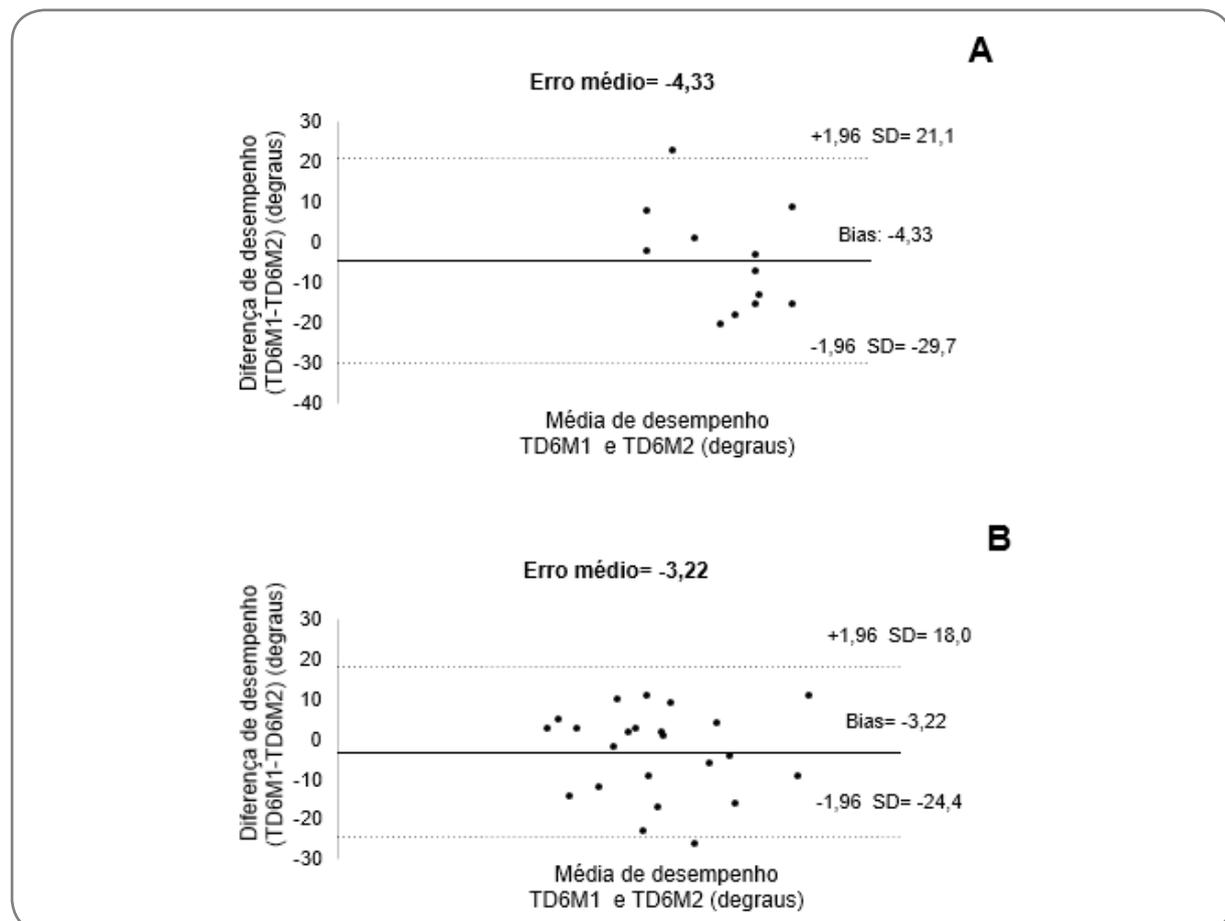
**Tabela III** - Reprodutibilidade do teste de degrau seis minutos nos grupos obeso/sobrepeso e peso normal.

GC	CCI (IC95%)	Valor de p
Desempenho (degraus)	0,865 (0,599 a 0,959)	<0,000
PAS-imediatamente após (mmHg)	0,934 (0,789 a 0,931)	<0,000
PAD-imediatamente após (mmHg)	0,921 (0,751 a 0,977)	<0,000
FC <sub>máx.</sub> (bpm)	0,827 (0,504 a 0,947)	<0,000
FC-imediatamente após (bpm)	0,817 (0,482 a 0,944)	<0,000
Fadiga de MMII- imediatamente após	0,825 (0,501 a 0,946)	<0,000

GOS	CCI (IC95%)	Valor de p
Desempenho (degraus)	0,957 (0,901 a 0,981)	<0,000
PAS-imediatamente após (mmHg)	0,826 (0,636 a 0,922)	<0,000
PAD-imediatamente após (mmHg)	0,796 (0,581 a 0,907)	<0,000
FC máx. (bpm)	0,930 (0,769 a 0,974)	<0,000
FC-imediatamente após (bpm)	0,933 (0,780 a 0,975)	<0,000
Fadiga de MMII- imediatamente após	0,842 (0,647 a 0,931)	<0,000

CCI = coeficiente de correlação intraclassa; IC95% = intervalo de confiança de 95%; FC = frequência cardíaca; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica. FC<sub>máx.</sub> = frequência cardíaca máxima, GC = grupo com peso normal; GO = grupo com obesidade e sobrepeso.



TD6M1 = desempenho no primeiro teste de degrau de 6 minutos; TD6M2 = desempenho no segundo teste de degrau de 6 minutos.

**Figura 3** - Concordância entre o teste-reteste do TD6M no grupo controle (figura 3A, Erro médio: -4,33) e grupo com obesidade e sobrepeso (figura 3B, Erro médio: -3,22) através do gráfico de Bland-Altman.

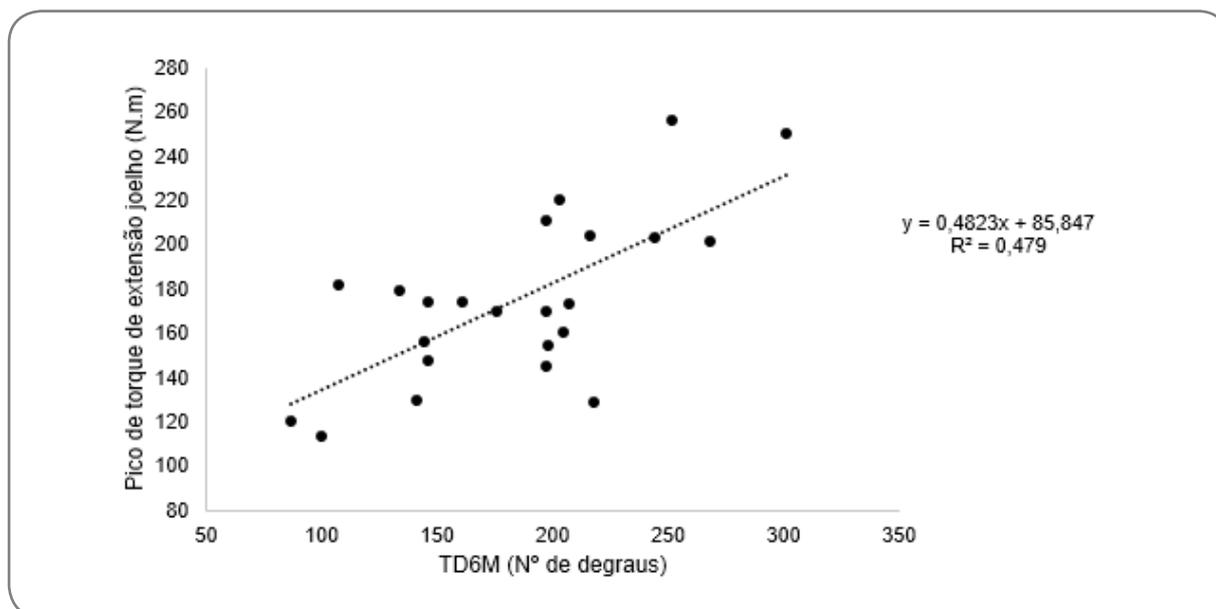
Através do método Bland-Altman, pode-se observar uma boa concordância no teste e reteste do TD6M tanto para o GC (Figura 3A; erro médio: -4,33) como para o GOS (Figura 3B; erro médio: -3,22).

Na tabela IV, o grupo GOS demonstrou correlação moderada entre o desempenho no TD6M e a FC<sub>máx</sub> ( $r = 0,705$ ;  $p = 0,00$ ), FC no sexto minuto de teste ( $r = 0,654$ ;  $p = 0,00$ ), pico de torque de extensão do joelho ( $r = 0,692$ ;  $p = 0,00$ ), PAS imediatamente após o teste ( $r = 0,617$ ;  $p = 0,00$ ) e PAD imediatamente após o teste ( $r = 0,666$ ;  $p = 0,00$ ). Ainda foi identificada uma correlação fraca entre o desempenho do TD6M e o pico de torque de flexão do joelho ( $r = 0,417$ ;  $p = 0,04$ ) e a pressão arterial sistólica de recuperação ( $r = 0,441$ ;  $p = 0,03$ ). O GC não apresentou correlação entre o desempenho no TD6M e as outras variáveis.

Tabela IV - Correlação entre o desempenho e as variáveis antropométricas e fisiológicas no teste de degraus de seis minutos nos grupos controle e sobrepeso/obesidade.

Variáveis	GC Desempenho no TD6M (degraus)		GO Desempenho no TD6M (degraus)	
	r	Valor de p	r	Valor de p
Idade (anos)	0,368	0,239	0,025	0,910
Sexo	-0,509	0,091	-0,217	0,320
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	-0,004	0,990	-0,124	0,574
FC <sub>6min</sub> (bpm)	-0,011	0,972	0,654	0,001
FC <sub>máx</sub> (bpm)	0,036	0,912	0,705	0,000
PText. Joelho (N·m)	0,540	0,070	0,692	0,000
PTflex.joelho (N·m)	0,527	0,078	0,417	0,048
PAS imediatamente após (mmHg)	0,439	0,154	0,617	0,000
PAS recuperação (mmHg)	0,026	0,936	0,441	0,035
PAD imediatamente após (mmHg)	-0,039	0,904	0,666	0,001
PAD recuperação (mmHg)	-0,253	0,427	0,321	0,135
Fadiga MMII imediatamente após	-0,301	0,342	0,336	0,117
Fadiga MMII recuperação	-0,417	0,177	0,368	0,084

Fadiga MMII: fadiga dos membros inferiores; FC<sub>máx</sub>: frequência cardíaca máxima; FC<sub>6min</sub>: frequência cardíaca no 6º minuto de teste; GC: grupo com o peso normal; GO: grupo com obesidade e sobrepeso; IMC: índice de massa corporal; PAD: pressão arterial diastólica; PAS: pressão arterial sistólica; PText. Joelho: pico de torque de extensão do joelho; PTflex. Joelho: pico de torque de flexão do joelho; TD6M: teste de degraú de 6 minutos.



TD6M = Teste de degrau de 6 minutos.

**Figura 4** - Regressão linear simples entre o pico de torque de extensão do joelho e o desempenho do teste de degrau de seis minutos no grupo com obesidade e sobrepeso [F(1,21) = 19,278,  $p < 0,001$ ;  $R^2 = 0,479$ ].

A regressão linear simples mostrou que o pico de torque de extensão do joelho prevê o número de subidas no degrau no TD6M [F(1,21) = 19,278,  $p < 0,001$ ;  $R^2 = 0,479$ ] (Figura 4). A equação de predição é: desempenho no TD6M [(número de subidas no degrau) = 85,847 + 0,482 x (pico de torque de extensão do joelho)].

## Discussão

O TD6M se mostrou válido e reproduzível no grupo com sobrepeso e obesidade. Além disso, a regressão linear verificou que o pico de torque de extensão do joelho prevê o desempenho no teste de degrau de seis minutos em indivíduos obesos e com sobrepeso.

Em relação ao desempenho no TC6M e TD6M, não foram identificadas diferenças em nenhum dos grupos comparando o teste e o reteste, indicando que não houve efeito aprendizagem. Quando o efeito aprendizagem está presente, é necessária a aplicação de dois testes, o primeiro para familiarização e o segundo para fornecer um resultado fidedigno clinicamente [13]. A ATS [13] sugere que o teste deve ser realizado com incentivos verbais ao paciente, implicando em resultados melhores. No presente estudo, houve uma padronização nas palavras de incentivo e na execução dos testes, o que pode ter minimizado o efeito aprendizagem. Nossos resultados corroboram os dados de Arcuri *et al.* [8], Davi *et al.* [16], Costa *et al.* [17], Magalhães *et al.* [18], que também não identificaram efeito aprendizagem na aplicação do TD6M.

O TD6M é um teste submáximo, de fácil aplicação e capaz de avaliar a CFE em outras populações [8-10,18]. Apesar do TC6M também apresentar intensidade submáxima, o TD6M causa um maior estresse cardiovascular comparado ao TC6M, pois a caminhada é uma atividade que gera um menor consumo de oxigênio, resultando em menor esforço. Já o TD6M exige maior deslocamento corporal contra a gravidade, aumentando a dificuldade do exercício. Testes de esforço submáximos são utilizados na prática clínica e possibilitam que as limitações relacionadas aos testes de intensidade máxima sejam superadas. Os testes submáximos conseguem ainda prever o  $VO_{2máx}$ .

para um ou mais ritmos de trabalho pela resposta da frequência cardíaca (FC) [19]. O alto custo e complexidade para realização do TECP dificultam a sua utilização no meio clínico e acadêmico [20].

No presente estudo, o TD6M se mostrou válido para avaliar a CFE em indivíduos com sobrepeso e obesos. Neste caso, utilizamos o TC6M como parâmetro para avaliar a validade de constructo do TD6M. O TC6M é um teste já validado para indivíduos obesos e apresenta uma boa correlação com o TECP [14,21]. Outros estudos utilizaram o TC6M para validação de constructo em outras populações [8,9,10,18]. Indivíduos com obesidade geralmente apresentam comorbidades cardiovasculares, restringindo o desempenho no TECP. Este é um teste de esforço máximo, que utiliza uma cadência externa impondo um ritmo ao indivíduo. A validação do TD6M para os obesos, por ser um teste submáximo de cadência livre, apresenta uma opção segura, pois o indivíduo consegue imprimir o seu próprio ritmo dentro das suas limitações fisiológicas. O TD6M é um teste simples e pode ser realizado em qualquer ambiente, por utilizar apenas um degrau para sua execução [22]. Também é um teste de fácil controle e monitoramento do paciente, mostrando-se muito eficaz para avaliar a CFE nesta população.

Os indivíduos do grupo com obesidade e sobrepeso mostraram uma reprodutibilidade excelente quanto ao desempenho e à maioria das variáveis cardiovasculares. Outros estudos de avaliação da reprodutibilidade do TD6M foram realizados envolvendo outras populações: indivíduos saudáveis [8,16], pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica DPOC [9,17], pacientes com DPOC em reabilitação pulmonar ambulatorial [10], pacientes com apneia obstrutiva do sono tratados com pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) [18]. Em todos estes estudos, a reprodutibilidade do TD6M se mostrou excelente ou muito boa para o desempenho e para as variáveis fisiológicas. No presente estudo, a confiabilidade ainda foi reforçada pelo método Bland-Altman, apresentando uma boa concordância entre os testes para os grupos controle e grupo com obesidade e sobrepeso.

No presente estudo, a análise de regressão linear simples mostrou que o pico de torque de extensão do joelho prevê o desempenho no TD6M. O aumento de gordura corporal está associado a restrições funcionais no desempenho muscular devido ao comprometimento da mobilidade e da força muscular [21]. A obesidade também pode estar relacionada à sarcopenia, que se refere não só à redução de massa livre de gordura, mas também à perda de força e função muscular. Com isso, há declínio da capacidade funcional e dificuldades relacionadas à marcha ou à capacidade de subir escadas. A diminuição na força muscular do obeso pode ser atribuída à mobilidade reduzida, às adaptações neurais e às alterações na morfologia do músculo [23].

Nosso estudo apresenta algumas limitações. Um número de participantes maior permitiria a utilização de uma análise de regressão múltipla, utilizando mais variáveis preditoras. Além disso, o TECP, método padrão ouro para determinar a CFE, não foi utilizado para validar TD6M. No entanto, esta caracterizaria um outro tipo de validação, a validação de critério concorrente. Assim, foi escolhida a validação de constructo, utilizando com referência o TC6M, teste que apresenta uma boa correlação com o TECP.

## Conclusão

O TD6M se mostrou válido, confiável e altamente reprodutível para avaliar a capacidade funcional de exercício em indivíduos com sobrepeso e obesidade. Também foi identificado que a força muscular dos membros inferiores consegue prever o desempenho no teste de degrau de 6 minutos nesta população.

Além disso, o TD6M é um teste submáximo, o que o torna mais exequível, já que o aumento de peso está frequentemente associado às comorbidades cardiovasculares, que também podem limitar a execução de um esforço máximo. O TD6M também é um instrumento de fácil aplicação, portabilidade e baixo custo para determinar a CFE em indivíduos com sobrepeso e obesos, facilitando sua utilização, em larga escala na prática clínica, tanto em serviços de saúde públicos quanto privados.

#### Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

#### Fontes de financiamento

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

#### Vinculação acadêmica

Este artigo representa parte de dissertação de Mestrado de Thúlio Nilson do Nascimento Pereira, orientada pelo Professor Doutor Anísio Francisco Soares e co-orientada pela Professora Doutora Anna Myrna Jaguaribe de Lima na Universidade Federal Rural de Pernambuco em Recife-PE.

#### Contribuição dos autores

**Concepção e desenho da pesquisa:** Pereira TNN, Lima AMJ. **Obtenção de dados:** Pereira, TNN, Monte JCA, Araújo LAS. **Análise e interpretação dos dados:** Pereira, TNN, Lima AMJ. **Análise estatística:** Pereira TNN. **Obtenção de financiamento:** Soares AF. **Redação do manuscrito:** Pereira TNN. **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Vasconcelos CR, Soares AF.

## Referências

1. Sonehara E, Cruz MDSL, Fernandes PR, Policarpo F, Fernandes Filho J. Efeitos de um programa de reabilitação pulmonar sobre mecânica respiratória e qualidade de vida de mulheres obesas. *Fisioter Mov* 2017;24(1):13-21. <https://doi.org/10.1590/s0103-51502011000100002>
2. Tanner CJ, Barakat HA, Dohm GL, Pories WJ, MacDonald KG, Cunningham PR *et al.* Muscle fiber type is associated with obesity and weight loss. *Am J Physiol-Endoc M* 2002;282(6):E1191-E1196. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00416.2001>
3. Stegen S, Derave W, Calders P, Van Laethem C, Pattyn P. Physical fitness in morbidly obese patients: effect of gastric bypass surgery and exercise training. *Obes Surg* 2011;21(1):61-70. <https://doi.org/10.1007/s11695-009-0045-y>
4. Andolfi C, Fisichella PM. Epidemiology of obesity and associated comorbidities. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2018;28(8):919-24. <https://doi.org/10.1089/lap.2018.0380>
5. Kim J, Kim MG, Kang S, Kim, BR, Baek MY, Park Y *et al.* Obesity and hypertension in association with diastolic dysfunction could reduce exercise capacity. *Korean Circ J* 2016;46(3):394-401. <https://doi.org/10.4070/kcj.2016.46.3.394>
6. Tomlinson DJ, Erskine RM, Morse CI, Winwood K, Onambélé-Pearson G. The impact of obesity on skeletal muscle strength and structure through adolescence to old age. *Biogerontology* 2016;17(3):467-83. <https://doi.org/10.1007/s10522-015-9626-4>
7. Ross R, Blair SN, Arena R, Church, TS, Després JP, Franklin BA *et al.* Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2016;134(24):e653-e699. <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000000461>
8. Arcuri, JF, Borghi-Silva A, Labadessa IG, Sentanin AC, Candolo C, Di Lorenzo VAP. Validity and reliability of the 6-minute step test in healthy individuals: a cross-sectional study. *Clin J Sport Med* 2016;26(1):69-75. <https://doi.org/10.1097/jsm.0000000000000190>
9. Pessoa BV, Arcuri JF, Labadessa IG, Costa JN, Sentanin AC, Di Lorenzo VAP. Validade do teste de degrau de seis minutos de cadência livre em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *Braz J*

Phys Ther 2014;18(3):228-36. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0041>

10. Grosbois JM, Riquier C, Chehere B, Coquart J, Béhal H, Bart F, Chenivresse C. Six-minute stepper test: a valid clinical exercise tolerance test for COPD patients. *Int J Chronic Obstr* 2016;11:657. <https://doi.org/10.2147/copd.s98635>

11. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC et al. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras de Ativ Fís Saúde* 2001;6(2):5-18. <https://doi.org/10.12820/rbafs.v.6n2p5-18>

12. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *J Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377-381. <https://doi.org/10.1249/00005768-198205000-00012>

13. American Thoracic Society. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Resp Crit Care* 2002;166:111-17. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102>

14. Polit DF. Assessing measurement in health: Beyond reliability and validity. *Int J Nurs Stud* 2015;52(11):1746-53. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2015.07.002>

15. Weir JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *J Strength Cond Res* 2005;19(1):231-240. <https://doi.org/10.1519/15184.1>

16. Davi SF, Arcuri JF, Labadessa IG, Pessoa BV, Costa JNFD, Sentanin AC, Lorenzo VAPD. Reprodutibilidade do teste de caminhada e do degrau de 6 minutos em adultos jovens saudáveis. *Rev Bras Med Esporte* 2014;20(3):214-8. <https://doi.org/10.1590/1517-86922014200301714>

17. Costa JN, Arcuri JF, Gonçalves IL, Davi SF, Pessoa BV, Jamami M et al. Reproducibility of cadence-free 6-minute step test in subjects with COPD. *Respir Care* 2014;59(4):538-42. <https://doi.org/10.4187/respcare.02743>

18. Magalhães MGS, Teixeira JP, Santos AMB, Clímaco DCS, Silva TNS, Lima AMJD. Construct validity and reproducibility of the six-minute step test in subjects with obstructive sleep apnea treated with continuous positive airway pressure. *J Braz Pneumol* 2020;46(3):e20180422. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20180422>.

19. Travensolo, CDF, Goessler KF, Polito MD. Correlação entre o teste de caminhada de seis minutos e o teste de degrau em idosos. *Rev Bras Geri Gero* 2013;16(2):375-83. <https://doi.org/10.1590/s180998232013000200017>

20. Stickland MK, Butcher SJ, Marciniuk DD, Bhutani M. Assessing exercise limitation using cardiopulmonary exercise testing. *Pulm Med* 2012;824091. <https://doi.org/10.1155/2012/824091>

21. Perecin JC, Domingos-Benício NC, Gastaldi AC, Sousa TC, Cravo SD, Sologuren MJ. Teste de caminhada de seis minutos em adultos eutróficos e obesos. *Braz J Phys Ther* 2003;7(3):245-25.

22. Bennett H, Parfitt G, Davison K, Eston R. Validity of Submaximal Step Tests to Estimate Maximal Oxygen Uptake in Healthy Adults. *Sports Med* 2016;46(5):737-50. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0445-1>

23. Goodpaster BH, Chomentowski P, Ward BK, Rossi A, Glynn NW, Delmonico MJ et al. Effects of physical activity on strength and skeletal muscle fat infiltration in older adults: a randomized controlled trial. *J Appl Physiol* 2008;105(5):1498-1503. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.90425.2008>