

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

THIAGO BARBOSA LIMA

AVALIAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA POR TESTES DE
ESFORÇO MÁXIMOS E SUBMÁXIMOS

Recife

2018

THIAGO BARBOSA LIMA

**AVALIAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA POR TESTES DE
ESFORÇO MÁXIMOS E SUBMÁXIMOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção de Grau de Mestre em Educação Física vinculado ao PPGEF-UFPE.

Área de concentração: Biodinâmica do Movimento Humano.

Orientador: Profº Dr. Eduardo Zapaterra Campos

Co-orientador: Profº Dr. Tony Meireles Santos

Recife

2018

L732a	Lima, Thiago Barbosa Avaliação da aptidão cardiorrespiratória por testes de esforço máximos e submáximos/ Thiago Barbosa Lima. – 2018. 58 f.; il. Orientador: Eduardo Zapatterra Campos. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências da Saúde. Programa de pós-graduação em Educação Física. Recife, 2018. Inclui referências, apêndices e anexos. 1. Consumo de Oxigênio. 2. Teste de Esforço. 3. Aptidão Física. I. Campos, Eduardo Zapatterra (orientador). II. Título. 796.07 CDD (23.ed.) UFPE (CCS 2019 - 225)
-------	---

THIAGO BARBOSA LIMA

**AVALIAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA POR TESTES DE
ESFORÇO MÁXIMOS E SUBMÁXIMOS**

Dissertação de Mestrado apresentado ao
Programa de Pós-Graduação em Educação
Física - PPGEF-UFPE, como requisito para
a obtenção do título de Mestre em
Educação Física.

Aprovada em: 13/07/2018

BANCA EXAMINADORA

Profº Dr. Eduardo Zapatterra Campos (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº Dr. Vinícius de Oliveira Damasceno
Universidade Federal de Pernambuco

Profº Dr. Manoel da Cunha Costa
Universidade de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado paciência em todos os momentos da minha vida. Após minha mãe Maria Cleonice Barbosa Lima e meu pai Ivan Oliveira Lima, minha irmã Patrícia Barbosa Lima, meu sobrinho Matheus Barbosa Lima, minha namorada Beathriz Maria Oliveira Dias, e aos meus demais familiares que de certa forma me deram força e me motivaram a continuar até o fim essa jornada.

Agradeço ao meu professor Tony Meireles do Santos por me ajudar e estar disponível em vários momentos desse processo. Assim como não posso deixar de agradecer ao meu orientador, Eduardo Zapatterra Campos, por ter aceitado me ajudar a continuar essa jornada, e, diga-se de passagem, não foi fácil. Além de agradecer aos voluntários que participaram de ambos os estudos.

Agradeço também aos meus amigos e companheiros de pós-graduação que sempre estavam comigo em todos os momentos. Continuo agradecendo aos meus colegas de trabalho da UNIC espaço de metas, e, a todos os meus alunos.

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota” (ROOSEVELT, 1924, p. 4).

RESUMO

A utilização de testes de esforço é a principal ferramenta adotada que podem seguir modelos diretos (ergoespirometria), indiretos (predição por equações), com características máximas ou submáximas ou até mesmo adotar modelos de não-exercício (questionários). O objetivo desta dissertação foi comparar dois protocolos de teste máximo – escalonado e rampa, equalizados pela demanda metabólica, verificar a reprodutibilidade e validar dois modelos de teste submáximo baseados na FC de reserva e na autosseleção. Ambos os estudos foram conduzidos em três dias sendo a 1º visita designada para informações preliminares e familiarização. Dezesete sujeitos do sexo masculino realizaram o teste escalonado (TESC) e rampa (TRAMP) em esteira até a exaustão máxima. Vinte sujeitos de ambos os sexos realizaram um teste submáximo com fase de caminhada e/ou corrida (TSCC) baseados na FC reserva um teste submáximo com autosseleção da intensidade (TSAS). Os resultados mostraram que apenas a velocidade máxima foi diferente entre os testes máximo ($t_{(16)} = -2,34$ e $p = 0,03$) entre o TESC ($14,7 \pm 1,8$ km/h) e TRAMP ($15,4 \pm 2,3$ km/h). Os testes submáximos apresentam de moderada a alta reprodutibilidade ($ICC = 0,60 - 0,92$), uma correlação forte ($r = 0,75$; $r^2 = 0,56$; $EPE = 5,4 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) e moderada ($r = 0,58$; $r^2 = 0,33$; $EPE = 6,6 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), além de apresentar altos limites de concordância para o $VO_{2\text{máx}}$, para o teste de caminhada/corrida e autosselecionada, respectivamente. Pode-se concluir que os testes máximos apresentam semelhança entre si. E os testes submáximo apesar de apresentarem alta reprodutibilidade, apresentam validade questionável.

Palavras-Chaves: Consumo de Oxigênio. Teste de Esforço. Aptidão Física.

ABSTRACT

The use of stress tests is the main tool adopted that can follow right models (ergospirometry), indirect (prediction by equations), with maximum or submaximal characteristics or even adopt non-exercise models (questionnaires). The objective of this dissertation was to compare two protocols of maximum test - stepped and ramp, equalized by the metabolic demand, verify the reproducibility and validate two submaximal test models based on reserve HR and self-selection. Both studies were conducted in three days and the first visit was assigned for preliminary information and familiarization. Seventeen men performed stepped test (ST) and ramp test (RT) on treadmill until maximal exhaustion. Twenty subjects of both sexes underwent a submaximal test with walking and/or running phase (WRT) based on HR reserve a submaximal test with self-selected of intensity (SST). The results showed that only the maximum velocity was different ($t_{(16)} = -2,34$ e $p = 0,03$) between the ST (14.7 ± 1.8 km/h) and RT ($15,4 \pm 2.3$ km/h). The submaximal tests presented moderate to high reproducibility (ICC = 0.60-0.92), a strong correlation ($r = 0.75$, $r^2 = 0.56$, $SEE = 5.4 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) and moderate ($r = 0.58$, $r^2 = 0.33$, $SEE = 6.6 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), respectively, for the WRT and SST, respectively. As well as high agreement limits for $\text{VO}_{2\text{max}}$. It can be concluded that the maximum tests are like each other. And the submaximal tests although they present high reproducibility, present questionable validity.

Keywords: Oxygen consumption. Exercise Test. Physical Fitness.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Gráfico de Bland-Altman para valores absolutos para as variáveis máximas e submáximas em ambos os testes. A – consumo máximo de oxigênio; B – frequência cardíaca máxima; C – tempo até a exaustão; D – velocidade máxima; E – velocidade no 1º limiar ventilatório; F - velocidade no 1º limiar ventilatório	26
Figura 2 – Desenho experimental	31
Figura 3 – Regressão linear e gráfico de resíduos padronizados em ambos os testes submáximos. A e C – TSCC; B e D- TSAS	36
Figura 4 – Gráfico de Bland-Altman para os valores absolutos do VO2máx em ambos os testes submáximos. A – TSCC; B – TSAS	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise descritiva e teste t das variáveis máximas (VO_2 , FC, $\dot{\text{v}}\text{VO}_2$ e T_{total}) e submáximas (VO_2 , FC e velocidade)	25
Tabela 2 – Parâmetros fisiológicos, teste T e reprodutibilidade relacionados ao TSCC e TSAS, valores expressos em média e desvio padrão (DP)	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSM	<i>American College of Sports Medicine</i>
AS	Autosseleção
bpm	Batimentos por minuto
cm	Centímetros
ICC	Coeficiente de correlação intraclassa
VO ₂	Consumo de Oxigênio
VO _{2res}	Consumo de Oxigênio de reserva
VO _{2máx}	Consumo máximo de Oxigênio (<i>plateau</i>)
VE/VCO ₂	Equivalente ventilatório de CO ₂
VE/VO ₂	Equivalente ventilatório de O ₂
EPE	Erro padrão da estimativa
ETM	Erro típico da medida
FC	Frequência cardíaca
FCres	Frequência cardíaca de reserva
FCmáx	Frequência cardíaca máxima
FCpredita	Frequência cardíaca predita pela idade
°C	Graus centígrados
IC95%	Intervalo de confiança a 95%
LV	Limiar ventilatório
L _{sangue} ·min ⁻¹	Litros de sangue por minuto
L·min ⁻¹	Litros por minuto
VO _{2pico}	Maior valor de consumo de Oxigênio (<i>sem plateau</i>)
VCO _{2máx}	Máximo volume de CO ₂ expirado
FCcarga	Média das FC entre o quinto e sexto minuto na fase de estabilização
m	Metros
mL·min ⁻¹	Mililitro por minuto
mL·kg ⁻¹	Mililitro por quilograma
mL O ₂ ·L _{sangue} ⁻¹	Mililitros de oxigênio por litro de sangue
mL·kg·min ⁻¹	Mililitros por quilograma por minuto
min	Minuto
PSE	Percepção subjetiva do esforço
LV1	Primeiro limiar ventilatório

$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$	Quilograma por metro quadrado
Kg	Quilogramas
$\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$	Quilometro por hora
LV2	Segundo limiar ventilatório
Ttotal	Tempo até a exaustão
TCLE	Termo consentimento livre e esclarecido
TRAMP	Teste máximo rampa
TSAS	Teste submáximo autosselecionado
TSCC	Teste submáximo de caminhada/corrida
TESC	Testes máximo escalonado
$v\text{VO}_2\text{máx}$	Velocidade mínima capaz de atingir o $\text{VO}_2\text{máx}$
VE	Ventilação por minuto
VCO_2	Volume de CO_2 expirado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	20
3	RESULTADOS	21
3.1	ARTIGO 1 – COMPARAÇÃO ENTRE OS TESTES AERÓBIOS MÁXIMOS ESCALONADO E RAMPA EM INDIVÍDUOS DE BAIXO RISCO	21
3.2	ARTIGO 2 – REPRODUTIBILIDADE E VALIDADE DE DOIS MODELOS DIFERENTES DE TESTES SUBMÁXIMOS PARA A ESTIMATIVA DO VO₂MÁX	29
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
	REFERÊNCIAS	41
	APÊNDICE A – FORMULÁRIOS GENÉRICOS	47
	APÊNDICE B – ANÁLISE DESCRITIVA SEXO FEMININO	49
	APÊNDICE C – ANÁLISE GRÁFICA BLAND-ALTMAN SEXO FEMININO	50
	APÊNDICE D – DADOS BRUTOS ARTIGO 1	51
	APÊNDICE E – DADOS BRUTOS ARTIGO 2	52
	APÊNDICE F – CARTA DE ANUÊNCIA	53
	APÊNDICE G – FOLHA DE ROSTO	54
	APÊNDICE H – TCLE	55
	ANEXO A – ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO	57
	ANEXO B – ESCALA DE PERCEPÇÃO DO ESFORÇO	58

1 INTRODUÇÃO

CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO – $VO_{2MÁX}$

De forma conceitual o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) está associado a máxima capacidade de se captar, transportar e metabolizar o oxigênio para fornecer energia pelo metabolismo energético, sendo expresso em forma absoluta em $L \cdot min^{-1}$ ou relativa a massa corporal em $mL \cdot kg \cdot min^{-1}$ (ACSM, 2014). A avaliação desta variável tem papel importante para o diagnóstico, prognóstico e prescrição do exercício em diferentes populações e condições de saúde (ACSM, 2014; Arena et al., 2007; Fletcher et al., 2013). Além disso, percebe-se que existe diferenças no $VO_{2máx}$ com relação a idade (Fleg et al., 2005), sexo (Gulati et al., 2005), condição de saúde, utilização de medicamentos (Arena et al., 2007), e nível de aptidão física (ACSM, 2014; Arena et al., 2007; Fletcher et al., 2013).

Historicamente, Hill e Lupton (1923) propuseram em seu modelo clássico a existência de um limite fisiológico para o consumo de oxigênio em resposta ao aumento da intensidade progressiva do esforço. O débito cardíaco foi considerado como o principal fator limitante, uma vez que ele não supriria as demandas necessárias para a continuação da atividade levando o indivíduo a fadiga e, por conseguinte, ao alcance do $VO_{2máx}$ (Hill & Lupton, 1923). Considerando o limite fisiológico proposto pelo modelo clássico, Taylor, Buskirk e Henschel (1955) identificaram a presença de *plateau* no $VO_{2máx}$, uma vez que não fosse observado aumento maior que $150 mL \cdot min^{-1}$ ou $2,1 mL \cdot kg^{-1}$ quando se era empregado uma nova intensidade. No entanto, Poole e Jones (2017) mostraram que em média 40% dos sujeitos avaliados em condições máximas de esforço não foi possível distinguir a real presença do fenômeno de *plateau*. Sendo assim, o $VO_{2máx}$ alcançado, sem a presença de *plateau*, foi considerado como valor de pico (VO_{2pico}), onde por vezes estes termos são utilizados de forma intercambiável (Beltz et al., 2016). Desta forma, muitos estudos sugeriram a adoção de uma fase de verificação em intensidade 5-10% acima da qual foi obtida o $VO_{2máx}$, para confirmar a determinação do $VO_{2máx}$ (Coquart, Tabben, Farooq, Tourny, & Eston, 2016; Noakes, 2008; Poole & Jones, 2017).

PARÂMETROS SUBMÁXIMOS

Limiares Ventilatórios

A discussão em torno de um limiar metabólico não é tão recente e ainda gera certas discordâncias a respeito desse fenômeno (Myers & Ashley, 1997; Racinais, Buchheit, & Girard, 2014). Os limiares ventilatórios estariam associados a fenômenos metabólicos oriundos do metabolismo energético (aeróbio e anaeróbio) (Wasserman, Whipp, Koyl, & Beaver, 1973). O primeiro limiar (LV_1) e o segundo limiar (LV_2) estão associados ao aumento constante tanto do equivalente ventilatório de oxigênio (VE/VO_2) quanto do equivalente ventilatório do gás carbônico (VE/VCO_2) relacionados a carga imposta progressivamente em teste incremental (Truong, Millet, & Gojanovic, 2018). Por muitas vezes esses dois limiares são associados aos limiares de lactato, contudo essa afirmativa ainda é motivo de discordância entre muitos estudos (Hopker, Jobson, & Pandit, 2011).

A análise do comportamento dos limiares de lactato sanguíneo ou dos limiares ventilatórios geralmente estão associadas a prescrição do exercício. Porém, a avaliação do lactato é mais invasiva, como também, mais onerosa em larga escala. Logo a avaliação por meio das trocas gasosas está cada vez mais acessível e ainda é bem mais tolerada. Geralmente a avaliação dos limiares se dão por meio de inspeção visual gráfica de uma variável pela outra (VE ; VE/VO_2 ; VE/VCO_2 ; VCO_2/VO_2) buscando identificar o ponto de deflexão ao longo do tempo/carga (Beaver, Wasserman, & Whipp, 1986; Wasserman et al., 1973), ou ainda por meio automatizado baseado em algoritmos matemáticos (Ekkekakis, Lind, Hall, & Petruzzello, 2008).

Frequência cardíaca

A partir de protocolos de testes máximos é possível determinar o maior valor fisiológico da FC considerando o estado de treinamento e de saúde do sujeito (ACSM, 2014). No entanto quando não se é possível empregar modelos máximos de teste utilizam-se equações de predição para esse fim (Tanaka, Monahan, & Seals, 2001). Uma das equações mais difundidas para a predição sem dúvida é 220-idade, embora valha ressaltar que pode haver uma alta variabilidade inter indivíduo de $\pm 12 \text{ bpm} \cdot \text{min}^{-1}$ (Robergs & Landwehr, 2002). Nesse sentido muitos estudos buscaram aprimorar e diminuir essa variabilidade. Como por exemplo Tanaka et al. (2001), propuseram diferentes equações para prever a FC em homens e mulheres treinados e sedentários e não foi observada diferença entre os grupos, no entanto houve uma forte relação inversa com a idade.

A análise do comportamento da FC em repouso e em esforço faz parte do ambiente de testagem desde os primeiros modelos propostos. É bem comum a adoção do percentual do máximo ou

da reserva ($FC_{\text{máx}} - FC_{\text{rep}}$) para se determinar os limites de esforço desejados (ACSM, 2014). Em alguns estudos a utilização da FC de reserva tem correlação maior com o $VO_{2\text{máx}}$ (Greiwe, Kaminsky, Whaley, & Dwyer, 1995; Swain & Wright, 1997). Desta forma, tal abordagem pode favorecer a interpretação e subsequente prescrição do exercício, uma vez que não seja possível medir de forma direta tal variável (ACSM, 2014).

Percepção subjetiva do esforço

A percepção subjetiva do esforço (PSE) pode ser utilizada como ferramenta de monitorização individual em testes de esforço ou durante o exercício em si, e, essa está fortemente associada a FC e intensidade de trabalho (ACSM, 2014). A escala de Borg de 6-20 ou de 0-10 são as mais utilizadas para medir a tolerância ao esforço (Borg & Kaijser, 2006). Contudo, ela pode sofrer interferência de fatores psicológicos, mudanças de humor, ambiente e tipo de exercício (ACSM, 2014).

Nesse sentido, cada vez mais a utilização da PSE vem aumentando, seja no âmbito dos testes de esforço, quanto na prescrição do exercício (Beltz et al., 2016). É possível identificar que em média os sujeitos atingem esforço máximo entre 18-19 (muito, muito difícil) ou de 9-10 (muito, muito forte) (ACSM, 2014). Protocolos de testes baseados na percepção de esforço foram criados considerando esforços máximos e submáximos na tentativa chegar mais próximo ao resultado real (Coquart et al., 2016; Eston et al., 2012; Mauger & Sculthorpe, 2012; Noakes, 2008). No entanto é necessário familiarização com a escala para não haver interpretação equivocada das sensações oriundas do exercício.

MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO

Teste progressivo máximo

A utilização de testes de esforço perpassa por vários modelos, sejam eles diretos – ergoespirometria, indiretos – predição por equações, com caráter máximo ou submáximo, ou ainda pode-se adotar modelos de não-exercício – questionários (ACSM, 2014). Existem inúmeros e diferentes modelos de teste baseados nos princípios anteriores, porém para efeito de comparação serão abordados apenas os aspectos pertinentes aos métodos diretos máximo e submáximos.

Em um teste ergoespirométrico é possível identificar variáveis máximas – $VO_{2\text{máx}}$, $VCO_{2\text{máx}}$, velocidade máxima associada ao $VO_{2\text{máx}}$ ($vVO_{2\text{máx}}$), pico de potência máxima, frequência

cardíaca máxima ($FC_{\text{máx}}$), e submáximas – limiar de lactato, limiar ventilatório (LV), VO_2 , velocidades, e FC associada a estes limiares (Beltz et al., 2016; Bentley, Newell, & Bishop, 2007; Mezzani, 2017). Diferentes ergômetros e analisadores de gases estão disponíveis para quantificar estas variáveis, contudo as respostas podem diferir entre si, por exemplo: testes em esteira podem apresentar valores de $VO_{2\text{máx}}$ até 30% maiores quando comparados a outros ergômetros (Stringer, 2010).

Outra questão que pode influenciar a quantificação das variáveis associadas ao condicionamento físico está atrelada aos diferentes protocolos. Tradicionalmente, os protocolos de Balke e Ware (1959), Ellestad, Allen, Wan, e Kemp (1969) e Bruce (1971) apresentam diferentes configurações em relação ao tempo por estágio – 1 a 3 min^{-1} , padrão de incremento da velocidade – 0,5 a 2,0 km/h, inclinação – 1 a 5%, e duração – 8 a 20 min^{-1} (Pollock et al., 1976). No entanto, as respostas de $VO_{2\text{máx}}$, $FC_{\text{máx}}$, pressão arterial sistólica e diastólica não apresentaram diferença, apenas a ventilação, quociente respiratório e tempo até a exaustão (T_{total}) apresentaram diferença estatística (Pollock et al., 1976).

Mas, recentemente, com o avanço tecnológico foi possível refinar e apropriar novos modelos de testes que podem ser empregados com mais sensibilidade, dentre estes o teste escalonado (TESC) apresenta característica semelhante aos modelos tradicionais (Kirkeberg, Dalleck, Kamphoff, & Pettitt, 2011; Kuipers, Rietjens, Verstappen, Schoenmakers, & Hofman, 2003; Machado, Kravchychyn, Peserico, da Silva, & Mezzaroba, 2013; Peserico, Zagatto, & Machado, 2015a). As principais características deste tipo de teste estão orientadas na manipulação da velocidade inicial, % inclinação inicial, taxa de incremento (tanto na velocidade quanto % da inclinação) por estágio, duração do estágio, além do tempo até a exaustão (T_{total}) (Buchfuhrer et al., 1983; Julio, Panissa, Shiroma, & Franchini, 2017; Midgley, Bentley, Luttikholt, McNaughton, & Millet, 2008).

No início da década de 80, Whipp, Davis, Torres, e Wasserman (1981) propuseram um modelo de teste em rampa (TRAMP), com o intuito de aprimorar e superar os modelos clássicos de avaliação existente. O TRAMP foi inicialmente conduzido em cicloergômetro sendo observado uma maior linearidade e maior precisão entre a carga e o VO_2 , além de uma maior relação tempo/eficiência de trabalho (Whipp et al., 1981). Com isso Baseado nestes achados Myers et al.(1991) compararam diferentes protocolos de testes em esteira (Bruce, Balke e rampa), e ciclo ergômetro (incrementos de 25W, 50W e rampa), em pacientes cardíacos (insuficiência cardíaca crônica, doença arterial coronariana assintomática e limitada por angina) e sujeitos saudáveis.

O $\text{VO}_{2\text{máx}}$ foi maior em média 18% quando realizado em esteira, os TRAMP em esteira ($r = 0,80$) e em ciclo ergômetro ($r = 0,78$) apresentavam maiores relações entre o consumo de oxigênio e a taxa de trabalho, além de um menor erro típico 2,5 e 1,7 $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (Myers et al., 1991). A configuração do TRAMP deve basear-se em parâmetros individuais, que podem ser previamente coletados através de questionários (da Silva, Monteiro, Cunha, Myers, & Farinatti, 2012; Maeder et al., 2006), onde estes possibilitaram a escolha das intensidades inicial e final, taxa de incremento, dentro de um T_{total} (8 a 12 min^{-1}) previsto como ideal para se determinar o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (Buchfuhrer et al., 1983; Midgley et al., 2008).

Desde então vários estudos propuseram comparar as respostas fisiológicas apresentadas pelos TESC e TRAMP (Bader, Maguire, & Balady, 1999; Bhadha et al., 1995; Cunha, Midgley, Monteiro, & Farinatti, 2010; Maeder et al., 2006; McInnis, Bader, Pierce, & Balady, 1999; Myers et al., 1991; Noel, Jobin, Poirier, Dagenais, & Bogaty, 2007; Sperlich et al., 2015), no entanto todos os protocolos de testes comparados apresentavam diferenças entre si, seja na velocidade e/ou % da inclinação, tempo por estágio e T_{total} previsto. Sabe-se que a manipulação das variáveis de construção de modelos de testes, sejam eles TESC ou TRAMP, podem interferir nas variáveis resposta, como por exemplo: testes de menor duração, incrementos mais altos e tempo por estágios menores podem levar a superestimava da velocidade máxima, assim como, protocolos mais longos, incrementos menores e tempo por estágios maiores levam a uma subestimativa da velocidade máxima. Hipoteticamente parecer ser razoável verificar o efeito de uma equalização referente a intensidade inicial e final, sendo estas as únicas a serem manipuladas, a fim de minimizar as diferenças que os modelos de TESC e TRAMP apresentam.

Teste de esforço submáximo

A utilização de testes de esforço máximo com análise direta das trocas respiratórias é de suma importância para a avaliação do condicionamento cardiorrespiratório, seja ele direcionado a clínica ou a prescrição do exercício (ACSM, 2014). Todavia, em alguns casos a sua utilização pode ser limitada, pois depende da aquisição de equipamento específico, local apropriado para a realização das avaliações, equipe técnica treinada, incluindo médicos, além de maior grau de motivação (Arena et al., 2007; Guazzi, Bandera, Ozemek, Systrom, & Arena, 2017; Noonan & Dean, 2000; Sartor et al., 2013). Em contrapartida, inúmeros modelos de teste submáximos foram desenvolvidos, justamente, por que em certa medida são mais bem tolerados, não há necessidade de grande motivação por parte do avaliado, assim como o tempo e os custos de

operacionalização podem ser menores (Evans, Ferrar, Smith, Parfitt, & Eston, 2015; Meyer, Lucia, Earnest, & Kindermann, 2005; Noonan & Dean, 2000).

Um dos mais conhecidos modelos de avaliação foi proposto por Åstrand e Ryhming (1954), onde desenvolveram um nomograma que seria capaz de prever o nível de aptidão cardiorrespiratória de forma simples. O pressuposto por trás deste modelo considerava a relação linear entre a FC e o VO_2 em estado estável quando a FC se encontrava entre 125 e 170 (bpm) alcançada em testes submáximos de banco (erro = 6,8%), esteira (erro = 5,5%) ou ciclo ergômetro (erro = 6,7 a 14,4%), em sujeitos saudáveis de ambos os sexos entre 20 e 30 anos (Åstrand e Ryhming, 1954). Posteriormente, adotou-se o fator de correção pela idade levando em consideração a redução do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ao envelhecimento apresentando uma relação entre $r = 0,65$ a $0,95$ (Cink & Thomas, 1981; DeVries & Klafs, 1965; Glassford, Baycroft, Sedgwick, & Macnab, 1965; Noonan & Dean, 2000; Teräslinna, Ismail, & MacLeod, 1966; von Döbeln, Åstrand, & Bergström, 1967).

Em adição, Swain, Parrott, Bennett, Branch e Dowling (2004) propuseram um novo teste baseados nas deficiências que o modelo de teste sugerido pelo ACSM apresentava (estágios curtos impossibilitava alcançar um estado estável da FC; tendo como alvo 70% da $\text{FC}_{\text{máx}}$) levando em consideração a relação de 1:1 entre a FC de reserva (FC_{res}) e o VO_2 de reserva ($\text{VO}_{2\text{res}}$) (Swain & Leutholtz, 1997; Swain, Leutholtz, King, Haas, & Branch, 1998). Foi adotado um estágio de 6min orientado ao alcance do estado estável entre 55-75% da FC_{Res} entre o 5º e 6º min^{-1} finais, foram encontrados alta relação $r = 0,89$ e um menor erro padrão de estimativa (EPE) $4,0 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Swain et al., 2004). Esse modelo de teste foi adaptado para corrida em pista (Santos et al. 2012) e para corrida em esteira (Mainardi, 2016). Contudo, baseado em uma limitação observado no estudo de Mainardi (2016) foi sugerida a adoção de uma fase de caminhada com transição para corrida, se necessário, para a estimar o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ considerando o modelo proposto por Swain.

Tradicionalmente a intensidade a ser atingida normalmente é baseada em preceitos basicamente fisiológicos, por exemplo %FC máxima ou reserva (ACSM, 2014). Porém, em certa medida, sua aplicabilidade prática pode ser limitada pela própria configuração que o teste apresenta de não permitir a autorregulação da intensidade por parte do avaliado podendo levar a respostas submáximas de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (Noakes, 2008). Baseados nisso, novos modelos de testes máximos e submáximos baseados nas percepções oriundas da atividade foram desenvolvidos (Eston et al., 2012; Mauger & Sculthorpe, 2012). Geralmente, esses modelos de teste adotam a percepção

subjetiva do esforço (PSE) como ferramenta de orientação e controle da intensidade proposta (Coquart et al., 2016; Julio et al., 2017). E diferentemente dos modelos tradicionais de testagem, os testes baseados na percepção modulam a intensidade de forma mais livre valendo-se da estratégia de *pacing* (Tucker & Noakes, 2009). Visto que tal estratégia vem se mostrando promissora e com boa aceitação por parte dos sujeitos avaliados. Contudo nenhum estudo propôs um teste submáximo autosselecionado (TSAS) que permitisse a estimativa do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ orientado pela livre regulação da intensidade baseado apenas nas sensações oriundas do exercício.

2 OBJETIVOS

ARTIGO 1

O objetivo do estudo foi comparar o consumo máximo de oxigênio, frequência cardíaca máxima, velocidade associada ao $VO_{2máx}$, tempo até a exaustão e limiares ventilatórios entre dois protocolos de teste máximo com demanda metabólica equalizadas em jovens adultos aparentemente saudáveis.

ARTIGO 2

O objetivo do presente estudo foi verificar a reprodutibilidade e validade preditiva de dois testes submáximos com intensidades baseado na frequência cardíaca de reserva e na autosseleção para prever o $VO_{2máx}$ em jovens adultos aparentemente saudáveis.

3 RESULTADOS

3.1 ARTIGO 1

REVISTA BRASILEIRA DE CINEANTROPOMETRIA E DESEMPENHO HUMANO

COMPARAÇÃO ENTRE OS TESTES AERÓBIOS MÁXIMOS ESCALONADO E

RAMPA EM INDIVÍDUOS DE BAIXO RISCO

INTRODUÇÃO

A aptidão cardiorrespiratória é um dos componentes da aptidão física (ACSM, 2014). Indivíduos que apresentam baixos níveis de aptidão cardiorrespiratória podem elevar os riscos associados a morte súbita independente da causa, enquanto que maiores níveis de aptidão podem reduzir os riscos (ACSM, 2014; Arena et al., 2007; Beltz et al., 2016; Boone & Bourgois, 2012; Stringer, 2010). O consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) é uma das variáveis oriundas deste tipo de avaliação sendo determinada de forma direta (ergoespirometria) ou indireta (estimativa) com testes conduzidos em intensidade máxima ou submáxima, ou ainda estimado através de questionários (ACSM, 2014; Beltz et al., 2016; Poole & Jones, 2017).

Tradicionalmente, os protocolos mais utilizados foram os de Balke e Ware (1959), Ellestad, Allen, Wan, e Kemp (1969) e Bruce (1971), que por serem de natureza escalonada possuem características semelhantes relacionadas ao incremento progressivo da intensidade, mas também divergem na proporção de como a intensidade e duração de cada estágio se dão (Pollock et al., 1976). Mais recentemente, com o avanço tecnológico, foi possível desenvolver testes escalonados (TESC com maior refinamento, precisão e especificidade (Kirkeberg et al., 2011; Kuipers et al., 2003; Machado et al., 2013; Peserico et al., 2015a). Dentre as possíveis modificações, destacam-se a velocidade inicial e/ou % da inclinação inicial, taxa de incremento por estágio tanto na velocidade quanto no % da inclinação, duração do estágio, além do tempo até a exaustão (T_{total}) (Julio et al., 2017).

Por outro lado, Whipp, Davis, Torres, e Wasserman (1981) propuseram um modelo de teste em rampa (TRAMP) em ciclo ergômetro, com o intuito de aprimorar os modelos usados até então. O TRAMP apresentou maiores valores de $VO_{2máx}$ ($3,19 \pm 0,31$ e $3,24 \pm 0,31$ mL·kg⁻¹·min⁻¹) comparados aos modelos tradicionais, sendo essa consequência da melhor relação linear entre o VO_2 e a carga de trabalho mais eficiente (Whipp et al., 1981). Assim como, Myers et al. (1991)

encontraram em TRAMP maior relação entre o VO_2 e a taxa de trabalho (0,80 e 0,78) e menor erro padrão de estimativa ($2,5$ e $1,7 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) em esteira e ciclo ergômetro, respectivamente. A partir destes estudos, o modelo TRAMP apresentaria uma maior precisão com caráter mais individualizado baseados em uma predeterminação das velocidades inicial e final, assim como o tempo até a exaustão (T_{total}) considerando o nível de aptidão física atual (Buchfuhrer et al., 1983; Myers & Bellin, 2000).

Muitos estudos compararam as respostas fisiológicas apresentadas pelos TESC e TRAMP, contudo tais comparações baseavam-se em diferentes configurações na intensidade de trabalho (Bader et al., 1999; Bhadha et al., 1995; Noel et al., 2007; Sperlich et al., 2015). Baseados nisso, a não equalização dos esforços iniciais e das taxas de incremento pode dificultar qual a melhor e mais adequada estratégia de testagem a ser seguida. Uma vez que a melhor adequação destas variáveis num determinado protocolo em comparação com o outro, por si, já podem proporcionar melhores respostas fisiológicas ao esforço realizado. Desta forma objetivo do estudo foi comparar o consumo máximo de oxigênio, frequência cardíaca máxima, velocidade associada ao $\text{VO}_{2\text{máx}}$, tempo até a exaustão e limiares ventilatórios entre dois protocolos de teste máximo com demanda metabólica equalizadas em jovens adultos aparentemente saudáveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

SUJEITOS

Participaram do presente estudo 27 estudantes de Educação Física, destes, apenas os sujeitos do sexo masculino foram considerados para este estudo. Logo, 17 homens ($23,5 \pm 4,6$ anos, $69,4 \pm 7,5$ kg, $1,77 \pm 0,06$ m, $23,5 \pm 2,6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ e $52,9 \pm 8,0 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). A seleção dos sujeitos se deu por conveniência de forma não probabilística. Para a inclusão, foram adotados como critério: apresentar risco baixo de acordo com o questionário de estratificação de risco do ACSM (2014) e capacidade de correr em esteira a uma velocidade mínima de $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Foram excluídos os indivíduos que não completaram todas as visitas e/ou apresentaram algum tipo de lesão ou enfermidade que impossibilitasse a continuidade das coletas. realizaram todas as em sua totalidade. Além disso todos os participantes foram instruídos a não realizar esforço vigoroso (24h), ingestão de alimentos de difícil digestão (3h) ou estimulantes (6h) antes das coletas.

DESENHO DO ESTUDO

Foi conduzido um estudo de corte transversal realizado em três visitas a fim de viabilizar a comparação entre os testes escalonado e rampa. Na primeira, logo após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e estratificação de risco, foram realizadas as medidas antropométricas de massa corporal e estatura. Em seguida foi medida a frequência cardíaca de repouso, pressão arterial de repouso e conduzida a familiarização aos testes. Sendo estes realizados de forma randômica entre as visitas dois e três subsequentes no mesmo turno (8h-12h e 13h-17h) com intervalo entre dois e sete dias. O protocolo do estudo foi previamente aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco (protocolo #553.851).

PROCEDIMENTOS

Antropometria. Foram determinadas as medidas de massa corporal (balança digital, Filizola, Brasil), estatura (estadiômetro, Sanny, Brsail) com precisão de 0,1 kg e 0,01 cm, respectivamente.

Teste escalonado. Foi concebido a partir da fórmula de predição de $VO_{2máx}$ para corrida do ACSM (2014) em esteira (Super ATL, ImbraSport, Brasil). O equivalente metabólico ($\sim 3,5 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) foi adotado como padrão de incremento da intensidade, desta forma $1,2 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Foi adotado $8,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ como velocidade inicial e $19,3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ como velocidade final buscando englobar sujeitos de moderado a alto condicionamento. E inclinação constante de 1% (Jones & Doust, 1996). A duração por estágio foi de dois minutos (Kuipers et al., 2003) e o tempo total estimado de teste de vinte minutos. O aquecimento foi conduzido com velocidade de $4,5$ e $5,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ por dois e um minuto, respectivamente, e a volta à calma com $4,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ por três minutos. A temperatura laboratorial foi mantida a $\pm 22^\circ \text{C}$ e a umidade relativa do ar encontrava-se entre 40 e 60% (Termo-Higrômetro Analógico Bulbo Seco e Úmido, Incoterm, Brasil).

Teste rampa. O teste possui desenho semelhante ao teste escalonado: fase de aquecimento e volta a calma, velocidade inicial e final, assim como o tempo total previsto. Contudo a taxa de incremento por estágio foi de $0,01 \text{ km/h}$ a cada $0,18 \text{ min}$, realizados de forma automatizada pelo software (ErgoControl, ImbraSport, Brasil).

Trocas respiratórias. Houve monitoração direta das variáveis de troca gasosa respiratória (VO_2 , VCO_2 e VE) através do analisador de gases VO_{2000} (Sensor Medics Instruments, USA) com média a cada dez segundos. O equipamento foi calibrado antes de cada teste com base nas

instruções do fabricante. A interrupção do teste seguiu os critérios sugeridos pelo ACSM (2014) para teste sem fins diagnósticos. Para a determinação do $VO_{2\text{máx}}$ foi considerado o maior valor obtido durante o teste. E ainda, para ser considerado válido, o teste deveria contemplar ao menos dois critérios secundários: interrupção voluntária máxima, $FC_{\text{máx}} > 85\%$ da prevista, quociente respiratório $> 1,1$ e percepção do esforço > 9 na escala de 0-10.

Limiares ventilatórios – LV₁ e LV₂. Foram identificados a partir do aumento não linear em relação ao tempo das variáveis VE e VE/ VO_2 para identificar o LV₁, e a VE e o VE/ VCO_2 para identificar o LV₂ a partir da média a cada 30s das variáveis (Pires, Lima-Silva, & Oliveira, 2006). Foram consideradas os valores coincidentes entre dois avaliadores após inspeção visual e havendo discordância um terceiro avaliador foi utilizado

Frequência cardíaca. Seguindo as recomendações do ACSM (2014) a frequência cardíaca de repouso foi verificada em posição supinada durante cinco minutos por um frequencímetro (FT1, Polar, Finlândia). Foi monitorada e gravada durante todo o teste pelo sensor acoplado ao VO_{2000} (Sensor Medics Instruments, USA).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

As características dos sujeitos foram apresentadas pela média $\pm$ desvio padrão. O teste de *Shapiro-Wilk* foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. Um teste *t de student* foi adotado para comparar as médias das variáveis máximas ($VO_{2\text{máx}}$, $FC_{\text{máx}}$, $vVO_{2\text{máx}}$ e T_{total}) e submáximas (VO_2 , FC e vVO_2 para os LV₁ e LV₂). Além disso, foi realizado a inspeção visual através do gráfico de Bland-Altman (1986) para verificar a concordância entre as variáveis. Todas as análises foram realizadas no IBM SPSS versão 23.0 e as figuras foram feitas pelo *Graph Pad Prism* versão 5.01. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a análise descritiva (média $\pm$ desvio padrão), teste *t* e o valor de *p* para as variáveis máximas e submáximas em ambos os testes. A $vVO_{2\text{máx}}$ foi a única variável que apresentou diferença significativa ($t_{(26)} = -3,04$ e $p < 0,01$) entre o TESC ($14,0 \pm 1,9$ km/h) e TRAMP ($14,6 \pm 2,3$ km/h).

Tabela 1. Análise descritiva e teste t das variáveis máximas (VO_2 , FC, vVO_2 e T_{total}) e submáximas (VO_2 , FC e velocidade).

Homens (n = 17)		Escalonado			Rampa			t (16)	p
		Média	±	DP	Média	±	DP		
$VO_{2máx}$	($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	52,9	±	8,0	53,5	±	9,6	-0,38	0,71
$FC_{máx}$	(bpm)	192	±	7,4	193	±	8,1	-0,79	0,44
$vVO_{2máx}$	(km/h)	14,7	±	1,8	15,4	±	2,3	-2,34	0,03*
T_{total}	(min^{-1})	12,6	±	2,9	13,3	±	3,9	-2,01	0,06
LV₁									
VO_2	($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	38,7	±	6,1	36,9	±	7,1	1,21	0,24
FC	(bpm)	164	±	10,0	160	±	13,8	0,88	0,39
Velocidade	(km/h)	10,6	±	0,9	11,0	±	1,4	-1,46	0,16
LV₂									
VO_2	($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	46,2	±	7,1	45,8	±	8,0	0,24	0,81
FC	(bpm)	181	±	8,5	179	±	12,1	0,98	0,34
Velocidade	(km/h)	13,0	±	1,2	12,9	±	1,5	0,54	0,60

$VO_{2máx}$ – consumo máximo de oxigênio; $FC_{máx}$ – frequência cardíaca máxima; $vVO_{2máx}$ – velocidade máxima ao atingir o $VO_{2máx}$; T_{total} – tempo até a exaustão; LV_1 – primeiro limiar ventilatório; LV_2 – segundo limiar ventilatório; VO_2 – consumo de oxigênio no LV_1 e LV_2 ; FC – frequência cardíaca no LV_1 e LV_2 . DP – desvio padrão; t – teste t de student; p – significância estatística < 0,05; * - presença de diferença estatística.

A Figura 1 apresenta o gráfico de Bland-Altman para a variáveis máxima e submáximas de ambos os testes. Em todos os testes o BIAS mostrou baixa diferença entre as medidas e é possível observar uma tendência negativa à medida que os valores médios aumentam. Por outro lado, os limites de concordância apresentaram valores altos.

DISCUSSÃO

O presente estudo objetivou comparar os valores de $VO_{2máx}$, $FC_{máx}$, $vVO_{2máx}$, T_{total} , LV_1 e LV_2 entre dois protocolos de teste máximo com velocidades inicial e final em jovens adultos saudáveis. Os principais achados do presente estudo foram: (i) não foi encontrado diferença entre o $VO_{2máx}$, $FC_{máx}$ e T_{total} entre o TESC e o TRAMP, (ii) a $vVO_{2máx}$ foi menor no TESC do que no TRAMP; e (iii) os limites de concordância mostraram-se altos apesar de a diferença média estar abaixo de uma unidade para todas as variáveis.

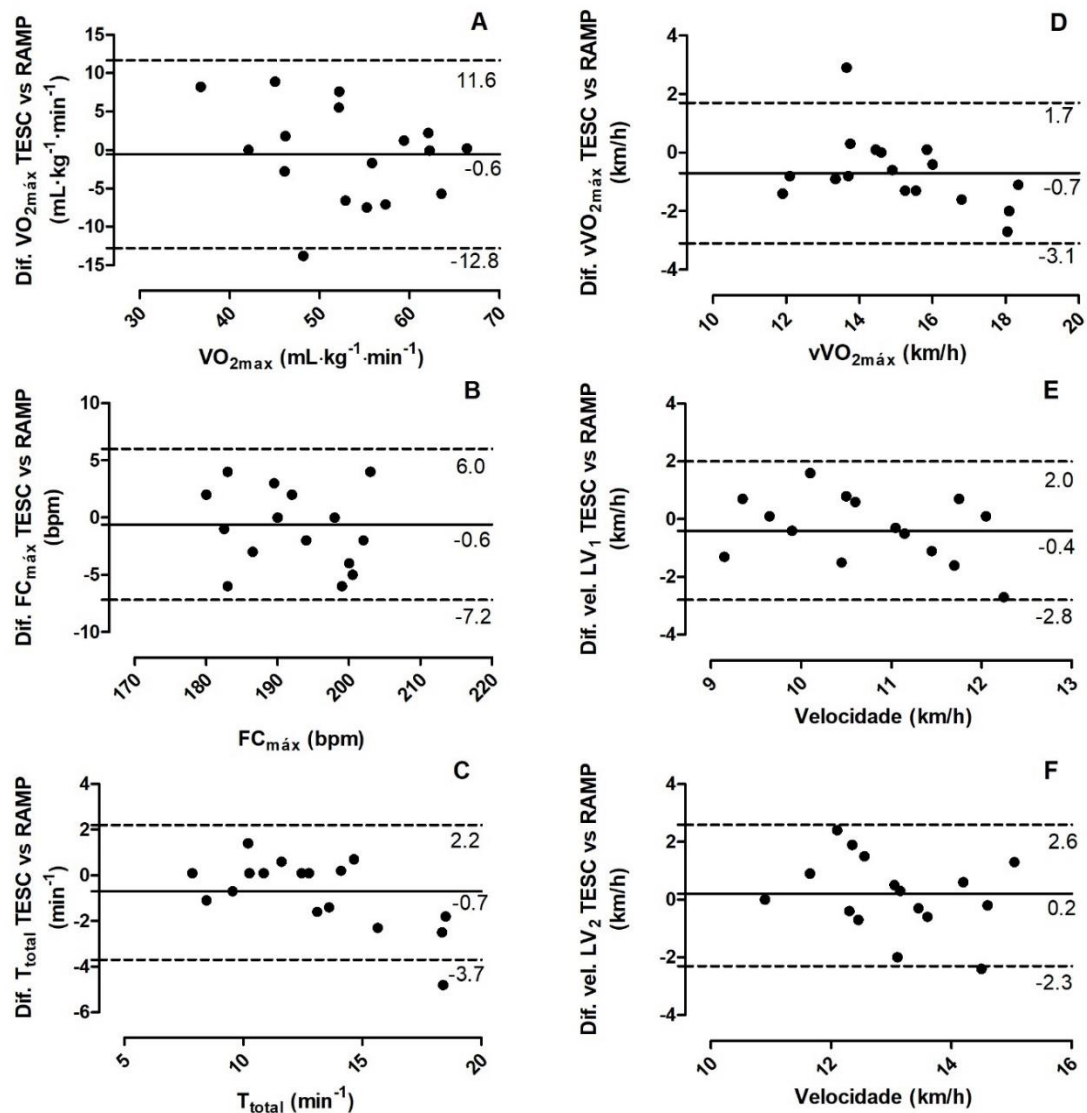


Figura 1. Gráfico de Bland-Altman para valores absolutos para as variáveis máximas e submáximas em ambos os testes. A – consumo máximo de oxigênio; B – frequência cardíaca máxima; C – tempo até a exaustão; D – velocidade máxima; E – velocidade no 1º limiar ventilatório; F - velocidade no 1º limiar ventilatório; linha sólida – BIAS; linha tracejada – intervalo de concordância a 95%.

Como observado, os valores de VO_{2max} não diferiram entre si para ambos os testes ($p = 0,71$). Assim como, no estudo de Kirkeberg et al. (2011) que ao adotarem diferentes durações em TESC (curta duração = $9,22 \pm 1,21$ min; médio duração = $10,78 \pm 1,31$ min; longa duração = $13,06 \pm 2,25$ min), não encontraram diferença no VO_{2max} . Enquanto, Sperlich et al. (2015) compararam cinco testes máximos (3 em rampa, 1 escalonado e 1 autosselecionado), apenas o TESC apresentou diferença significativa para o VO_{2max} , uma vez que apresentou o maior T_{total} ($25,3 \pm 3$ min) comparados aos demais. Esses achados corroboram com os do presente estudo

que apresentou o T_{total} ($12,6 \pm 2,9$ min e $13,3 \pm 3,9$ min) próximo ao sugerido tradicionalmente. E é possível identificar que os métodos apresentam baixo valor no BIAS ($-0,6 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ e $-0,7$ min), porém os limites de concordância ($-12,8$ a $11,6 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ e $-3,7$ a $2,2$ min) indicam uma variação maior que 10% para o $VO_{2m\acute{a}x}$. Essa variação pode estar associada a maior amplitude atrelada ao T_{total} , uma vez que maiores T_{total} podem refletir menores valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ (Sperlich et al., 2015).

A $vVO_{2m\acute{a}x}$ foi a única variável a apresentar diferença significativa ($p = 0,03$). Essa diferença pode ser suportada pelo próprio modo como os incrementos eram realizados em ambos os testes, apesar de as velocidades iniciais e finais sugeridas fossem semelhantes. Assim como, Machado et al. (2013) comparam diferentes tempos por estágio em um TESC (1, 2 e 3 min) observando diferença significativa na velocidade final quando foi adotado 1 min ($18,3 \pm 1,6$ km/h; $p < 0,05$) e 2 min ($16,9 \pm 1,6$ Km/h; $p < 0,05$). Comparado com o presente estudo essa diferença pode estar atrelada a não equalização das sobrecargas entre os estágios. Peserico, Zagatto e Machado (2015a) compararam diferentes taxas de incremento (0,5; 1 e 2 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$) em um TESC e observaram que maiores incrementos refletiam em maiores velocidades ($p < 0,05$) quando comparados os demais ($16,4 \pm 0,8$; $15,6 \pm 0,7$ e $14,6 \pm 0,7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$). A $vVO_{2m\acute{a}x}$ foi maior ao se adotar o TRAMP, por conseguinte os limites de concordância apresentaram valores acima do proposto como taxa de incremento por estágio. Diferentes valores associados ao $vVO_{m\acute{a}x}$ podem dificultar a sua interpretação e consequentemente influenciam diretamente a prescrição do exercício, principalmente os exercícios intermitentes de alta intensidade (Buchheit & Laursen, 2013).

Não foram observadas diferenças significativas nas respostas da $FC_{m\acute{a}x}$ em ambos os testes ($p = 0,44$). Similarmente, o estudo de Peserico, Zagatto e Machado (2015b) não observou diferença significativa quando foram adotadas diferentes taxas de incremento por estágio. Assim como, no estudo de Vucetic, Sentija, Sporis, Trajkovic e Milanovic (2014) que comparam dois TRAMP com menor e maior taxa de incremento ($1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ a cada 30 s ou 1 min) também não encontraram diferença significativa. Enquanto que, no estudo de Kirkeberg et al. (2011) foi observada diferença significativa quando o teste mais longo ($189 \pm 7,1$ bpm; $p < 0,05$) foi adotado quando comparados ao de menor duração (curta = $188 \pm 9,6$ bpm; média = $186 \pm 9,7$ bpm). Contudo, a duração do teste pode levar a diferentes respostas de $FC_{m\acute{a}x}$. A não observância de diferença em ambos os testes para a $FC_{m\acute{a}x}$, podem ser suportados pela própria característica do teste em levar o sujeito até a exaustão máxima voluntária. A concordância entre os métodos pode ser observada considerando que a diferença (BIAS = 0,6 bpm) ficou

abaixo de 1 bpm entre os testes. Contudo, aproximadamente até sete bpm foram observados através dos limites de concordância. Uma possível explicação para essa variação pode ser atribuída a forma pela qual os incrementos de carga por estágio influenciaram as respostas do sistema nervoso autônomo na busca por uma homeostase, uma vez que o *steady-state* era mais visível no TESC do que no TRAMP.

Considerando a determinação de LV_1 e LV_2 a partir do método de inspeção visual, não foi observada diferença significativa entre os testes. Assim como Vucetic et al.(2014) não encontram diferença ao adotar os métodos V-slope, equivalente respiratório e ponto de deflexão da FC em TRAMP com menor ou maior taxa de incremento. E também, Zuniga et al. (2014) não observaram diferença estatística entre os métodos de regressão baseadas em algoritmos (ponto de deflexão, V-slope e D-máx), para determinar o limiar ventilatório em TESC e TRAMP. O acordo entre os métodos apresentou reduzidos valores para a determinação do LV_1 (BIAS = $-0,4 \text{ km.h}^{-1}$) e LV_2 (BIAS = $0,2 \text{ km.h}^{-1}$). Apesar de apresentarem limites de concordância acima da taxa de incremento sugerida. Assim, além de interferir na prescrição de exercício intermitente de alta intensidade ($vVO_{2\text{máx}}$), os testes podem modificar a prescrição de treinamento submáximo e, conseqüentemente a determinação dos domínios de intensidade para alguns sujeitos.

De forma prática, a utilização do TESC se mostrou semelhante estatisticamente ao TRAMP. Tendo em vista que sua aplicabilidade não necessita de equipamento específico, possibilitando um número maior de avaliações e conseqüente redução de custos. Em detrimento a reincidentes recomendações para a adoção do protocolo de rampa, os resultados aqui apresentados não suportam este apelo, cabendo ao responsável pela avaliação a livre escolha sobre qual protocolo utilizar, desde que não haja alteração do tipo de teste durante a reavaliação. O número reduzido de sujeitos expostos a ambos os testes pode ser considerada uma limitação, uma vez que o poder da amostra pode ficar comprometida. Os resultados aqui apresentados restringem-se a adultos jovens e aparentemente saudáveis. Futuros estudos deverão investigar os achados aqui produzidos em outros contextos.

CONCLUSÃO

Tendo em vista a não observância de diferença estatística, exceto na variável $vVO_{2\text{máx}}$, é possível dizer que ambos protocolos são semelhantes para a determinação das variáveis estudadas considerando as mesmas condições do presente estudo. Contudo, a opção por um determinado modelo de protocolo, considerando adequada decisão sobre a sua demanda

metabólica inicial e final e consequente taxa de incremento, podem ficar a critério do responsável pela avaliação com base em suas preferências pessoais. Excetua-se a esta conclusão os resultados observados para a $vVO_{2máx}$ que, considerando a sua aplicação para a prescrição do exercício e utilização como índice de desempenho cardiorrespiratório, são esperados resultados superiores na utilização do teste de rampa.

3.2 ARTIGO 2

REPRODUTIBILIDADE E VALIDADE DE DOIS MODELOS DIFERENTES DE TESTES SUBMÁXIMOS PARA A ESTIMATIVA DO $VO_{2MÁX}$

INTRODUÇÃO

A aptidão cardiorrespiratória é considerada um componente relacionado a saúde, pois baixos níveis aumentam o risco de morte súbita (ACSM, 2014). O consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) é aceito como critério para a avaliação do condicionamento cardiorrespiratório (Bentley et al., 2007). É possível avaliá-lo de forma direta ou indireta em condições máximas ou submáximas ou ainda por questionários (Myers & Bellin, 2000; Noonan & Dean, 2000; Sartor et al., 2013). A medida direta exige exaustão máxima voluntária, alto grau de motivação, pessoal especializado, equipamentos sofisticados e local apropriado, assim como de uma supervisão médico-cardiológica em condições adversas de saúde (Arena et al., 2007; Guazzi et al., 2017; Noonan & Dean, 2000; Sartor et al., 2013). Considerando esses aspectos, muitos teste submáximos foram desenvolvidos, esses são mais tolerados, não necessitam de grande motivação, e possuem tempo e os custos de operacionalização reduzidos (Evans et al., 2015; Meyer et al., 2005; Noonan & Dean, 2000).

Dentre os testes submáximos mais conhecidos está o desenvolvido por Åstrand e Ryhming (1954) para a predição do $VO_{2máx}$. O pressuposto deste modelo considerava a relação linear entre a FC e o VO_2 alcançada em testes submáximos de banco (erro = 6,8%), esteira (erro = 5,5%) ou ciclo ergômetro (erro = 6,7 a 14,4%), sendo observado menores erros quando o estado estável para a FC se encontrava entre 125 e 170 (bpm) em sujeitos saudáveis de ambos os sexos entre 20 e 30 anos (Åstrand & Ryhming, 1954). Posteriormente, foi sugerido a adição do fator de correção pela idade, que apresentou uma relação variando entre $r = 0,62$ a $0,95$ em diferentes estudos (Noonan & Dean, 2000).

As diretrizes dos ACSM (2014) sugerem que o teste submáximo não ultrapasse os valores de 70% FC reserva (FC_{res}) e o ajuste da intensidade seja feita a cada 3min, quando for observado estado estável da FC (< 6 bpm). Contudo foi observado que o curto tempo por estágio limita o alcance do estado estável (Greiwe et al., 1995; Swain & Wright, 1997). Considerando essa relação Swain et al. (2004) propuseram um novo teste com estágio único de seis minutos adotando um estado estável entre 55 a 75% da FC_{res} , foi verificada relação $r = 0,89$ além de um menor erro padrão de estimativa (EPE) = $4,0 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$. Mais recentemente, este mesmo conceito foi adaptado para condição de corrida em pista (Santos et al. 2012) e esteira (Mainardi, 2016). Considerando as respostas mais elevadas da FC em sujeitos menos condicionados observados no teste submáximo de corrida em esteira (Mainardi, 2016), propomos um novo modelo com o intuito de agregar uma fase de caminhada e outra de corrida. Desta forma seria possível avaliar sujeitos desde baixo a moderado condicionamento.

Apesar da aplicabilidade prática os testes submáximos geralmente apresentam intensidade impostas, impossibilitando a autorregulação da intensidade (Coquart et al., 2016; Noakes, 2008). Baseados nisso, novos modelos de testes máximos e submáximos baseados nas percepções oriundas da atividade foram desenvolvidos com intuito de gerar respostas mais próximas a da realidade (Eston et al., 2012; Mauger & Sculthorpe, 2012). Geralmente, esses modelos de teste adotam a percepção subjetiva do esforço (PSE) como ferramenta de orientação e controle da intensidade proposta (Coquart et al., 2016; Julio et al., 2017). Diferentemente dos modelos tradicionais de testagem, os testes baseados na percepção modulam a intensidade de forma mais livre valendo-se da estratégia de *pacing* (Tucker & Noakes, 2009). Visto que tal estratégia vem se mostrando promissora e com boa aceitação por parte dos sujeitos avaliados. Contudo nenhum estudo propôs um modelo para estimativa do $VO_{2máx}$ em protocolo autosselecionado que permitisse a livre regulação da intensidade baseado apenas nas sensações. Diante disso o objetivo do presente estudo foi verificar a reprodutibilidade e validade preditiva de dois testes submáximos com intensidades baseado na frequência cardíaca de reserva e na autosseleção para prever o $VO_{2máx}$ em jovens adultos aparentemente saudáveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

SUJEITOS

Participaram do presente estudo 20 estudantes de educação física, dentre os quais 14 eram homens com idade ($24,9 \pm 4,0$ anos), massa corporal ($78,1 \pm 10,5$ kg), estatura ($1,78 \pm 0,07$ m), índice de massa corporal ($24,8 \pm 3,2$ kg·m²) e $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($53,1 \pm 6,1$ mL·kg⁻¹·min⁻¹) e seis eram mulheres com idade ($21,8 \pm 2,0$ anos), massa corporal ($66,3 \pm 3,5$ kg), estatura ($1,66 \pm 0,06$ m), índice de massa corporal ($24,1 \pm 1,5$ kg·m²) e $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($41,1 \pm 4,4$ mL·kg⁻¹·min⁻¹). A seleção dos sujeitos se deu por conveniência de forma não probabilística. Para a inclusão, foram adotados: risco baixo de acordo com o questionário de estratificação de risco do ACSM (2014) e de baixo a moderado nível de condicionamento, não utilizassem medicamentos, não possuíssem algum tipo de limitação física que restringisse sua capacidade para caminhar ou correr em esteira rolante e não fossem atletas (profissionais ou amadores). Foram excluídos os indivíduos que não realizarem todas as visitas previstas ou apresentassem lesão durante o período das coletas. Além disso foi sugerido que não fosse realizado nenhum esforço vigoroso (24h), ingestão de alimentos três horas antes do teste máximo ou estimulantes (6h) tendo como base a auto declaração.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi conduzido um estudo de corte transversal realizado em três visitas. Na primeira, após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e estratificação de risco, foram realizadas medidas antropométricas de massa corporal e estatura. Em seguida foi medida a frequência cardíaca de repouso e pressão arterial repouso. Posteriormente os participantes realizaram a familiarização com os testes submáximos e um teste escalonado máximo. Ambos os testes submáximos foram realizados nas visitas dois e três de forma aleatória com intervalo de quinze minutos entre eles para o mesmo dia e de dois a sete dias entre as visitas. Foram realizadas no mesmo período do dia (8h-12h e 13h-17h). O protocolo do estudo foi previamente aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco (protocolo #553.851).

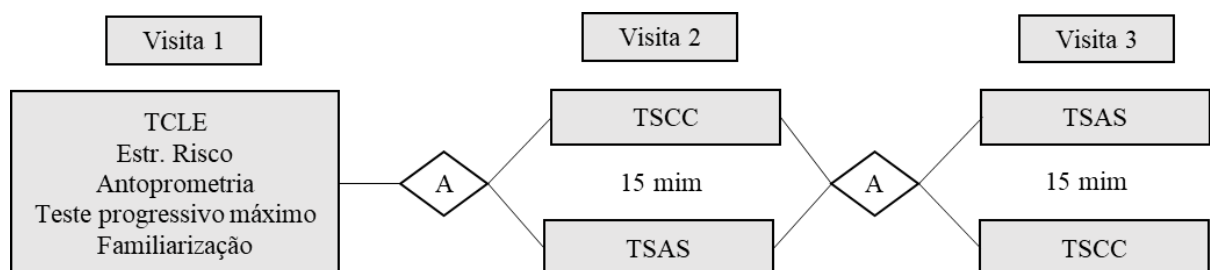


Figura 2. Desenho experimental.

PROCEDIMENTOS

Antropometria. Foram determinadas as medidas de massa corporal (balança digital, Filizola, Brasil), estatura (estadiômetro, Sanny, Brsail) com precisão de 0,1kg e 0,01cm, respectivamente.

Teste de Exercício Escalonado Máximo. O protocolo de exercício em esteira (Super ATL, ImbraSport, Brasil) teve aquecimento de três minutos a 5 km/h por 3min. Com velocidade inicial de 8 km/h e incrementos de 1 km/h a cada dois minutos até a exaustão voluntária máxima. A inclinação foi fixada a 1%. A temperatura foi mantida entre 20 e 22° C e a umidade relativa do ar entre 40 e 60% (Termo-Higrômetro Analógico Bulbo Seco e Úmido, Incoterm, Brasil).

Teste Submáximo Caminhada/Corrida (TSCC). A velocidade inicial foi fixada em 5 km/h e inclinação de 4%, a cada minuto a inclinação aumentou 2% até 12%, com o intuito dos participantes atingirem 65% da FC_{res} . Uma vez que essa intensidade não fosse alcançada a velocidade era incrementada para 9 km/h e a inclinação reduzida a 1% com sucessivos incrementos a cada minuto na velocidade de 1km/h até que 65% da FC_{res} fosse alcançada. Ao atingir esta intensidade, a velocidade e/ou inclinação eram mantidas por seis minutos de modo a permitir a estabilização da FC a uma intensidade 75% FC_{res} . Caso a FC não atinja 75% FC_{Res} no período de estabilização, um novo incremento de 1 km/h era administrado. A velocidade de aquecimento foi de 5km/h a 1% de inclinação durante três minutos.

Teste Submáximo Autosselecionado (TSAS). Esse protocolo teve duração total de dez minutos. Quatro minutos foram designados para a livre seleção da intensidade (velocidade e/ou inclinação). E os seis minutos subsequentes foram destinados a fase de estabilização na intensidade autosselecionada anteriormente. Qualquer mudança na fase de estabilização implicaria em reinício da mesma, e apenas o tempo decorrido foi mencionado e nenhuma informação a respeito da intensidade selecionada foi dada. As instruções pertinentes à seleção das intensidades seguiram o texto base abaixo:

“O teste que você fará tem por objetivo descobrir quais as suas respostas de frequência cardíaca a uma intensidade (velocidade e/ou inclinação) de sua preferência com duração de 6 min ininterruptos. A intensidade deve ser uma de sua preferência que você faria regularmente por uma duração de 20 min ou mais.

Busque uma intensidade no limite superior do seu conforto. A atividade não deve causar um cansaço extremo. Sua respiração e batimentos cardíacos devem ser mantidos sob controle.

Antes da atividade principal, você fará uma atividade de aquecimento com 4 min de duração para ajustar a intensidade da sua atividade.

Você pode modificar a intensidade selecionada da atividade sempre que julgar necessário, entretanto, lembre-se que se houver alguma mudança no período dos 6 min, o cronômetro será reiniciado.

Você não terá acesso a essas informações pertinentes a intensidade selecionada”.

Trocas respiratórias. O $VO_{2m\acute{a}x}$ foi determinado a partir da monitoração direta das variáveis de troca gasosa respiratória (VO_2 , VCO_2 e VE) através do analisador de gases VO₂₀₀₀ (Medical Graphics, St.Paul, USA) com média a cada dez segundos. O equipamento foi calibrado antes de cada teste com base nas instruções do fabricante. A interrupção do teste máximo seguiu os critérios sugeridos pelo ACSM (2014) para teste sem fins diagnósticos. Além disso, o teste foi considerado máximo quando interrompido pelo participante motivado por manifestações severas de fadiga, além da $FC_{m\acute{a}x} > 85\%$ da prevista, quociente respiratório $> 1,1$ e percepção do esforço > 9 na escala de 0-10.

Predição do $VO_{2m\acute{a}x}$. Foi adotada a equação 1 proposta por Swain et al. (2004) para estimar o $VO_{2m\acute{a}x}$ levando em consideração os valores médios da FC no 5º e 6º min, além da velocidade e % da inclinação durante o estado estável.

Equação 1.

$$VO_{2max} = \frac{\{[(k_1 \times vel) + (k_2 \times \%inc \times vel) + 3,5] - 3,5\}}{[(FC \text{ carga} - FC_{rep}) / (FC_{max} - FC_{rep})]} + 3,5$$

K_1 – constante: caminhada 0,1 ou corrida 0,2;

K_2 – constante: caminhada 1,8 ou corrida 0,9;

$VO_{2m\acute{a}x}$ - consumo máximo de oxigênio em mL.kg⁻¹.min⁻¹;

FC_{Carga} - média da FC entre o 5 e 6 min em estado estável;

FC_{Rep} - FC medida durante o repouso;

$FC_{m\acute{a}x}$ - maior FC atingida no teste progressivo máximo ou estimado pela idade.

Frequência cardíaca e PSE. Seguindo as recomendações do ACSM (2014) a frequência cardíaca de repouso foi verificada em posição supinada por 5 min por um frequencímetro (FT1, Polar, Finlândia) previamente ao teste máximo e submáximos assim como foi monitorada durante todos os testes por um sensor próprio acoplado ao analisador de gases. A Escala CR10

(Borg & Kaijser, 2006) foi utilizada para a medir a percepção subjetiva de esforço (PSE) aos dez segundos finais de cada estágio.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

As características dos sujeitos foram apresentadas pela média e desvio padrão. Para a normalidade dos dados foi adotado o teste Shapiro-Wilk. Para efeito de comparação um teste *t de student* pareado foi adotado entre as variáveis. A reprodutibilidade teste re-teste foi analisada adotando o coeficiente de correlação intraclass, modelo aleatório de duas vias, com medidas médias para concordância absoluta [ICC (2, k)], onde os valores < 0,50 (baixa reprodutibilidade), > 0,50 até 0,75 (moderada reprodutibilidade), > 0,75 até 0,90 (alta reprodutibilidade) e valores > 0,90 (excelente reprodutibilidade) (Koo & Li, 2016). E em complementação ao ICC foi determinado o erro típico da medida ($ETM = DP_{\text{médio}} \times (\sqrt{1 - ICC})$). A validade de critério foi avaliada adotando a regressão linear simples, estabelecendo o coeficiente de determinação (r^2) e erro padrão da estimativa (EPE), entre os valores de consumo máximo medido e o estimado por ambos os testes submáximos. A esfericidade foi avaliada pelo teste de Mauchly, e para comparação entre os valores foi realizada uma ANOVA de medidas repetidas com *posthoc* de Bonferroni quando necessário. Além disso, foi feita a análise por inspeção visual do gráfico de Bland-Altman (1995) para verificar a concordância entre os modelos de predição buscando reduzir o viés de interpretação associado apenas a análise de regressão. Todas as análises foram realizadas no IBM SPSS versão 23.0 e as figuras foram feitas pelo *Graph Pad Prism* versão 5.01. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

As medidas de tendência central e de dispersão das variáveis relacionadas ao teste máximo apresentaram: $FC_{\text{rep}} 75,8 \pm 8,4$ bpm, $FC_{\text{máx}} 194 \pm 9,9$ bpm, $VO_{2\text{máx}} 49,5 \pm 7,9$ mL·kg⁻¹·min⁻¹, $vVO_{2\text{máx}} 13,1 \pm 1,8$ km·h e PSE $8,9 \pm 0,9$ pontos. O teste incremental foi considerado máximo, uma vez que atenderam ao menos dois critérios pré-estabelecidos.

A Tabela 2 mostra os valores descritivos referentes a média, desvio padrão e teste *t de student*, assim como os valores referentes a reprodutibilidade teste re-teste (ICC, ETM) nas variáveis $FC_{5-6\text{min}}$, velocidade, $VO_{2\text{máx_pred}}$ para ambos os testes. Apenas a velocidade de estabilização apresentou diferença significativa ($t_{(19)} = -2,65$; $p = 0,02$). A $FC_{5-6\text{min}}$ mostrou tendência a ser

diferente ($t_{(19)} = -1,90$; $p = 0,07$) no TSCC. Os valores de ICC para $VO_{2\text{máx_pred}}$ em ambos testes foram considerados excelente.

Foi encontrado um efeito principal ($F_{(2, 38)} = 16,357$; $p < 0,001$) com o $VO_{2\text{máx}}$ superior ($49,5 \pm 7,9 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) ao $VO_{2\text{máx_pred}}$ no TSCC ($43,2 \pm 7,6 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; $p < 0,0001$) e TSAS ($40,6 \pm 9,8 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; $p < 0,0001$). A análise de regressão (figura 3) apresenta os valores de coeficiente de correlação (r), coeficiente de determinação (r^2), o erro padrão da estimativa (EPE) e a equação de correção, além do gráfico de resíduos para identificar homocedasticidade. O valor de $VO_{2\text{máx_pred}}$ do TSCC mostrou ter uma maior correlação ($F_{(1,18)} = 22,633$; $p < 0,000$; $r = 0,75$; $r^2 = 0,56$; EPE = $5,4 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) com a medida padrão comparado ao TSAS ($F_{(1,18)} = 8,983$; $p < 0,008$; $r = 0,58$; $r^2 = 0,33$; EPE = $6,6 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). A Figura 4 apresenta os valores absolutos das diferenças médias a partir da análise visual do gráfico de Bland-Altman. Verificou-se que existe uma alta variabilidade entre os sujeitos, porém não apresentam heterocedasticidade. Para o TSCC a diferença média foi de $6,3 \pm 5,1 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ e no TSAS foi de $8,9 \pm 8,3 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

Tabela 2. Parâmetros fisiológicos, teste t e reprodutibilidade relacionados ao TSCC, valores expressos em média e desvio padrão (DP).

n = 20		Dia 1		Dia 2				Reprodutibilidade		
		Média ±	DP	Média ±	DP	$t_{(19)}$	p	ICC (2, k)	IC _{95%}	ETM
TSCC										
FC _{5-6min}	(bpm)	163 ± 6,9		166 ± 9,5		-1,90	0,07	0,60	(0,05 - 0,84)	5,2
Velocidade	(km/h)	7,4 ± 2,2		8,3 ± 2,1		-2,65	0,02*	0,80	(0,44 - 0,92)	1,0
VO _{2máx_pred}	(mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	42,0 ± 7,0		43,2 ± 7,6		-1,58	0,13	0,88	(0,70 - 0,95)	2,8
TSAS										
FC _{5-6min}	(bpm)	164 ± 14,6		167 ± 15,7		-0,83	0,42	0,83	(0,57 - 0,93)	6,3
Velocidade	(km/h)	8,4 ± 1,6		8,6 ± 1,7		-0,99	0,33	0,91	(0,77 - 0,96)	0,5
VO _{2máx_pred}	(mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	39,8 ± 10,1		40,6 ± 9,8		-0,64	0,53	0,92	(0,79 - 0,97)	2,9

TSCC – teste submáximo de caminhada/corrida; FC_{5-6min} – frequência cardíaca média entre o 5º e 6º minuto na fase de estabilização; VO_{2máx} – consumo máximo de oxigênio predito; t – valor do t crítico; p – nível de significância estatística $p < 0,05$; * - presença de diferença estatística; ICC – coeficiente de correlação intraclass; IC_{95%} - intervalo de confiança a 95%; ETM – erro típico da medida.

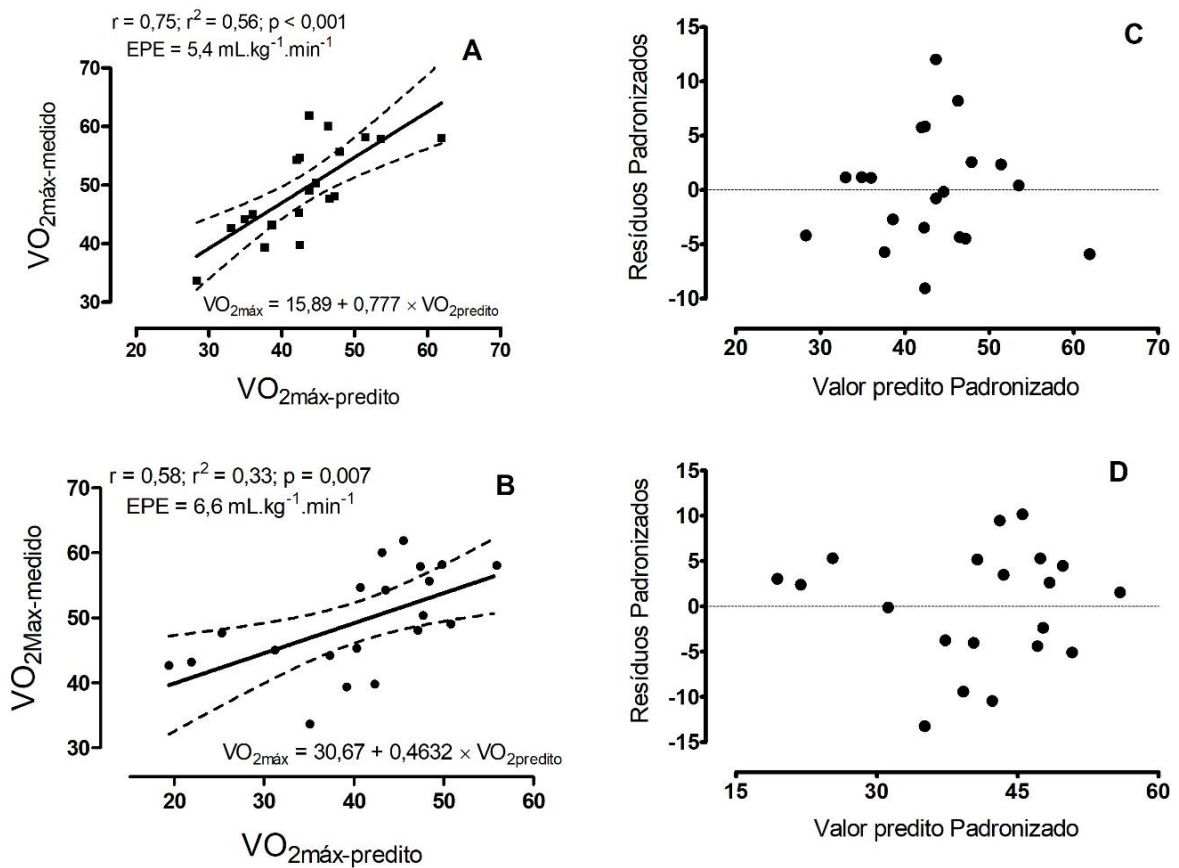


Figura 3. Regressão linear e gráfico de resíduos padronizados em ambos os testes submáximos. A e C – TSCC; B e D- TSAS; r – Coeficiente de correlação de Person; R – Coeficiente de determinação; EPE – Erro padrão da estimativa.

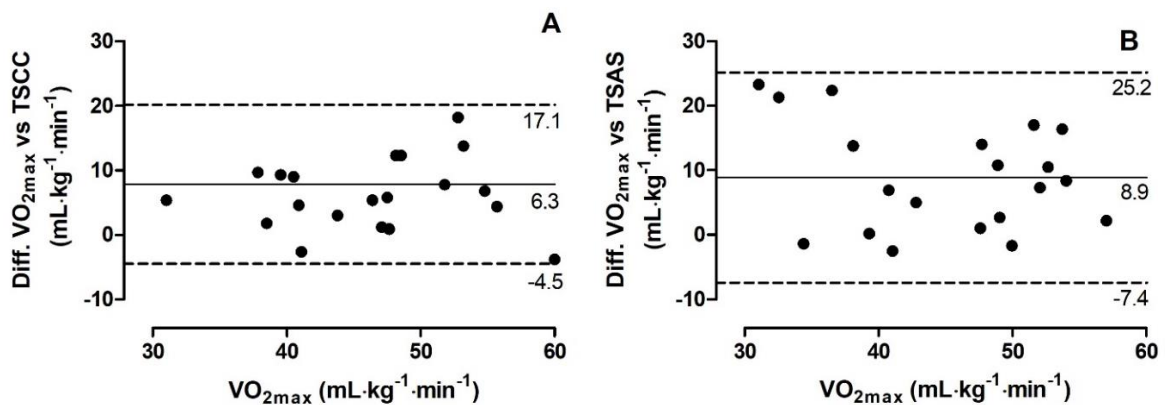


Figura 4. Gráfico de Bland-Altman para os valores absolutos do $VO_{2\text{máx}}$ em ambos os testes submáximos. A – TSCC; B – TSAS; Linha sólida – BIAS; Linha tracejada – $IC_{95\%}$.

DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo verificar a reprodutibilidade e verificar a validade preditiva em dois protocolos submáximos com intensidades baseadas no % FC_{res} e na autosseleção para prever o $VO_{2\text{máx}}$. Os principais achados nos permitem inferir que: (i) a

reprodutibilidade teste re-teste foi evidente no TSCC variando entre moderada a excelente com destaque para a predição do VO_{2max} , assim como no TSAS houve uma variação entre alta a excelente; (ii) o ETM foi menor para o TSCC tanto para FC_{5-6min} quanto para o VO_{2max_pred} , enquanto o TSAS obteve menor valor para a velocidade de estabilização. Em relação à validade, (i) foi encontrado diferença estatística entre o $VO_{2máx}$ medido e o predito; (ii) a análise de regressão apresentou de moderada (TSAS) a forte (TSCC) correlação; (iii) e a análise por Bland-Altman apresentou altos valores de BIAS e de limites de concordância sugerindo uma subestimativa do $VO_{2máx}$.

REPRODUTIBILIDADE

Diante do observado a predição do VO_{2max} não apresentou diferença significativa entre os dias ($p > 0,05$). Outros estudos também não identificaram diferença nesta variável quando eram adotados de dois a três dias de teste (Eng, Dawson, & Chu, 2004; Glass & Chvala, 2001; Santos et al., 2012). Apesar de as médias serem maiores no segundo dia em ambos os testes, parece não haver efeito de aprendizagem ou de treinamento sobre o VO_{2max} . O ICC em ambos os testes apresentou excelente reprodutibilidade com destaque para o TSCC, assim como os intervalos de confiança estão dentro do desejado para reprodutibilidade.

No presente estudo foi possível identificar menores valores referente ao ETM associados ao TSCC ($1,8 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), enquanto que o TSAS apresentou maior variação ($2,9 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). No estudo de Santos et al. (2012) foi encontrado um $ETM = 2,43 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ estimando a FC pela idade, enquanto que no estudo Eng et al. (2004) foram observados valores entre 0,7 a $1,6 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ em diferentes ergômetros.

Analizando a FC_{5-6min} não foram encontradas diferenças significativas entre os dias, contudo uma tendência de diferença pode ser observada para a FC_{5-6min} quando foi adotado o TSCC, sugerindo que o segundo dia foi relativamente mais intenso que o primeiro. Contudo, a variação na FC pode ser influenciada por vários fatores (estresse, temperatura, sono, ingestão de alimentos/bebidas estimulantes/inibidoras do sistema nervoso autônomo) (Lambert, Mbambo, & St Clair Gibson, 1998). Os valores de ICC em ambos os testes variaram entre baixa e alta reprodutibilidade com maior consistência para o TSAS. Lamberts et al (2004) observaram em um teste submáximo intermitente um ICC entre 0,96 a 0,99. E o ETM foi menor durante o TSCC quando comparado ao TSAS. Essa diferença entre o ICC e ETM entre os testes pode estar associado ao fato de que a FC_{res} foi prefixada a 75% no TSCC e no TSAS não havia um limite preestabelecido.

Apenas a variável velocidade apresentou diferença significativa entre os dias, somente quando se adotou o TSCC ($p < 0,02$). Nesse mesmo contexto, o estudo Wang et al. (2010) realizaram um TSAS com dez minutos de duração, e observaram que a velocidade ($8,6 \pm 2,2$ km/h) apresentou fortes valores de reprodutibilidade (ICC = 0,98; CV = 4,8%; ETM = 0,4 km/h) e uma moderada relação com a predição do VO_{2max} ($r = 0,74$; $r^2 = 0,55$). Mais uma vez os diferentes modelos de determinação da reprodutibilidade apresentados nos estudos podem levar a conclusões equivocadas. Em certa medida tais divergências podem ser explicadas pelo modo como a intensidade do exercício foi controlada. Neste estudo o TSCC havia duas possibilidades de se estabelecer a velocidade de estabilização, caminhada ou corrida, que dependiam do $\%FC_{res}$, assim como no TSAS essa possibilidade também existia, porém não havia um limite percentual pré-estabelecido estando atrelado apenas nas sensações oriundas da atividade.

VALIDADE

Muito embora, as intensidades e o tempo estabilização deste estudo (TSCC e TSAS) foram semelhantes ao que Swain et al. (2004) destacaram como melhor configuração: estágios de 6min e intensidade próximas a 75% da FC_{res} foram observados, no presente estudo, uma subestimativa do $VO_{2máx}$ padrão de 13% para o TSCC e de 18% para o TSAS. Tais resultados diferem aos do estudo de Swain et al. (2004) que não observaram diferença para o $VO_{2máx}$.

Apesar da diferença estatística ambos os testes apresentaram correlação com o $VO_{2máx}$ padrão, com o TSCC apresentando correlação forte enquanto o TSAS apresentou moderada correlação. Sendo assim é possível prever o $VO_{2máx}$ a partir da equação apresentada na Figura 4A levando em conta o EPE de $5,3 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Adotando modelagem semelhante Santos et al. (2012) estimaram o desempenho em provas de 3,6 km em subida, 10 e 21 km, a partir do VO_{2res} e encontram uma alta associação ($r = -0,83$; $-0,95$ e $-0,96$; EPE = 5,0; 1,7 e 3,9 $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), essa alta correlação pode estar associada ao fato da realização do teste ter sido em pista e não em esteira. Em relação ao TSAS, por apresentar menor correlação e consequentemente maior EPE de $6,6 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, sua utilização deve ser adotada com cautela e novos estudos devem avaliar um maior número de sujeitos de ambos os sexos.

Em relação a análise de concordância de Bland-Altman os sujeitos apresentaram altos valores de BIAS e de intervalo de concordância. Mesmo assim o TSCC foi o que apresentou menor diferença entre os métodos. Mainardi (2016) (dados ainda não publicados), validaram o teste proposto por Santos et al. (2012), encontraram valores semelhantes de regressão linear ($r = 0,72$; $r^2 = 0,52$; EPE $5,3 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) ao presente estudo, contudo uma melhor concordância

(BIAS = $0,58 \pm 5,63 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). É possível que a diferença entre os protocolos tenha influenciado nos valores de concordância mais altos no presente estudo.

De forma prática, o modelo TSCC apresentou melhores respostas tanto de reprodutibilidade quanto de validade, e pode ser utilizado em diferentes níveis de condicionamento, desde que adote as mesmas configurações. Contudo algumas fraquezas foram observadas ao longo do estudo: 1) reduzido número de sujeitos avaliados; 2) as análises realizadas de forma global sem distinção dos resultados por sexo.

CONCLUSÃO

No presente estudo ambos os testes submáximos são reprodutíveis, destacando-se o teste TSCC como melhor estratégia para a estimativa do $\text{VO}_{2\text{máx}}$. Contudo, ainda assim deve-se considerar a subestimativa que ambas estratégias apresentam. Desta forma a utilização destes testes devem levar em consideração a população estudada, sexo e o erro associado a medida. Outros estudos podem aperfeiçoar e ampliar esses modelos para outras populações.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ambas as abordagens apresentam prós e contras. Os testes máximos podem refletir a real aptidão cardiorrespiratória de um indivíduo, porém seu uso em algumas populações ou ocasiões não é possível, por outro lado, os testes submáximos apresentam melhor tolerância por parte dos sujeitos avaliados, contudo deve-se considerar a reprodutibilidade e principalmente a validade do teste utilizado. Desta forma, assim como o teste rampa pode determinar as variáveis com mais precisão e com caráter mais individualizado, pôde-se perceber que ao equalizar as intensidades inicial e final o teste escalonado apresentou resultados similares, apenas a velocidade máxima foi diferente. Além disto, os testes submáximos apresentaram boa reprodutibilidade com destaque para o teste de caminhada e corrida, no entanto há uma subestimativa do consumo de oxigênio em ambos os testes reduzindo sua validade. Desta forma é de suma importância a escolha do tipo de teste baseados no público alvo e nos objetivos com a avaliação da aptidão cardiorrespiratória.

REFERÊNCIAS

- ACSM. (2014). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (9 ed.). Philadelphia Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health.
- Arena, R., Myers, J., Williams, M. A., Gulati, M., Kligfield, P., Balady, G. J., . . . American Heart Association Council on Cardiovascular, N. (2007). Assessment of functional capacity in clinical and research settings: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention of the Council on Clinical Cardiology and the Council on Cardiovascular Nursing. *Circulation*, 116(3), 329-343. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.184461
- Åstrand, & Ryhming, I. (1954). A Nomogram for Calculation of Aerobic Capacity (Physical Fitness) From Pulse Rate During Submaximal Work. *J Appl Physiol*, 7(2), 218-221.
- Bader, D. S., Maguire, T. E., & Balady, G. J. (1999). Comparison of ramp versus step protocols for exercise testing in patients $\geq$ 60 years of age. *Am J Cardiol*, 83(1), 11-14.
- Balke, B., & Ware, R. W. (1959). An experimental study of physical fitness of Air Force personnel. *U S Armed Forces Med J*, 10(6), 675-688.
- Beaver, W. L., Wasserman, K., & Whipp, B. J. (1986). A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol*, 60(6), 2020-2027. doi:10.1152/jappl.1986.60.6.2020
- Beltz, N. M., Gibson, A. L., Janot, J. M., Kravitz, L., Mermier, C. M., & Dalleck, L. C. (2016). Graded Exercise Testing Protocols for the Determination of VO₂max: Historical Perspectives, Progress, and Future Considerations. *J Sports Med* 2016, 3968393. doi:10.1155/2016/3968393
- Bentley, D. J., Newell, J., & Bishop, D. (2007). Incremental exercise test design and analysis: implications for performance diagnostics in endurance athletes. *Sports Med*, 37(7), 575-586.
- Bhadha, K., Walter, J. D., DiMarzio, D., Cave, V., Cassel, D., Heo, J., & Iskandrian, A. S. (1995). Comparison of the Bruce and ramp protocols in the assessment of left ventricular performance during exercise in healthy women. *Am J Cardiol*, 75(14), 963-966. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0002-9149\(99\)80702-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0002-9149(99)80702-4)
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 1(8476), 307-310.
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1995). Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard method is misleading. *Lancet*, 346(8982), 1085-1087.
- Boone, J., & Bourgois, J. (2012). The oxygen uptake response to incremental ramp exercise: methodological and physiological issues. *Sports Med*, 42(6), 511-526. doi:10.2165/11599690-000000000-00000
- Borg, E., & Kaijser, L. (2006). A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. *Scand J Med Sci Sports*, 16(1), 57-69. doi:10.1111/j.1600-0838.2005.00448.x
- Bruce, R. A. (1971). Exercise testing of patients with coronary heart disease. Principles and normal standards for evaluation. *Ann Clin Res*, 3(6), 323-332.
- Buchfuhrer, M. J., Hansen, J. E., Robinson, T. E., Sue, D. Y., Wasserman, K., & Whipp, B. J. (1983). Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*, 55(5), 1558-1564. doi:10.1152/jappl.1983.55.5.1558
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Med*, 43(5), 313-338. doi:10.1007/s40279-013-0029-x

- Cink, R. E., & Thomas, T. R. (1981). Validity of the Astrand-Ryhmning nomogram for predicting maximal oxygen intake. *Br J Sports Med*, 15(3), 182-185.
- Coquart, J., Tabben, M., Farooq, A., Tourny, C., & Eston, R. (2016). Submaximal, Perceptually Regulated Exercise Testing Predicts Maximal Oxygen Uptake: A Meta-Analysis Study. *Sports Med*, 46(6), 885-897. doi:10.1007/s40279-015-0465-x
- Cunha, F. A., Midgley, A. W., Monteiro, W. D., & Farinatti, P. T. (2010). Influence of cardiopulmonary exercise testing protocol and resting VO(2) assessment on %HR(max), %HRR, %VO(2max) and %VO(2)R relationships. *Int J Sports Med*, 31(5), 319-326. doi:10.1055/s-0030-1248283
- da Silva, S. C., Monteiro, W. D., Cunha, F. A., Myers, J., & Farinatti, P. T. (2012). Determination of Best Criteria to Determine Final and Initial Speeds within Ramp Exercise Testing Protocols. *Pulm Med*, 2012, 542402. doi:10.1155/2012/542402
- DeVries, H. A., & Klafs, C. E. (1965). Prediction of maximal oxygen intake from submaximal tests. *J Sports Med Phys Fitness*, 5(4), 207-214.
- Ekkekakis, P., Lind, E., Hall, E. E., & Petruzzello, S. J. (2008). Do regression-based computer algorithms for determining the ventilatory threshold agree? *J Sports Sci*, 26(9), 967-976.
- Ellestad, M. H., Allen, W., Wan, M. C., & Kemp, G. L. (1969). Maximal treadmill stress testing for cardiovascular evaluation. *Circulation*, 39(4), 517-522. doi:10.1161/01.cir.39.4.517
- Eng, J. J., Dawson, A. S., & Chu, K. S. (2004). Submaximal exercise in persons with stroke: test-retest reliability and concurrent validity with maximal oxygen consumption. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(1), 113-118.
- Eston, R., Evans, H., Faulkner, J., Lambrick, D., Al-Rahamneh, H., & Parfitt, G. (2012). A perceptually regulated, graded exercise test predicts peak oxygen uptake during treadmill exercise in active and sedentary participants. *Eur J Appl Physiol*, 112(10), 3459-3468. doi:10.1007/s00421-012-2326-8
- Evans, H. J., Ferrar, K. E., Smith, A. E., Parfitt, G., & Eston, R. G. (2015). A systematic review of methods to predict maximal oxygen uptake from submaximal, open circuit spirometry in healthy adults. *J Sci Med Sport*, 18(2), 183-188. doi:10.1016/j.jsams.2014.03.006
- Fleg, J. L., Morrell, C. H., Bos, A. G., Brant, L. J., Talbot, L. A., Wright, J. G., & Lakatta, E. G. (2005). Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation*, 112(5), 674-682. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.105.545459
- Fletcher, G. F., Ades, P. A., Kligfield, P., Arena, R., Balady, G. J., Bittner, V. A., . . . Prevention. (2013). Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 128(8), 873-934. doi:10.1161/CIR.0b013e31829b5b44
- Glass, S. C., & Chvala, A. M. (2001). Preferred exertion across three common modes of exercise training. *J Strength Cond Res*, 15(4), 474-479.
- Glassford, R. G., Baycroft, G. H., Sedgwick, A. W., & Macnab, R. B. (1965). Comparison of maximal oxygen uptake values determined by predicted and actual methods. *J Appl Physiol*, 20(3), 509-513. doi:10.1152/jappl.1965.20.3.509
- Greiwe, J. S., Kaminsky, L. A., Whaley, M. H., & Dwyer, G. B. (1995). Evaluation of the ACSM submaximal ergometer test for estimating VO2max. *Med Sci Sports Exerc*, 27(9), 1315-1320.
- Guazzi, M., Bandera, F., Ozemek, C., Systrom, D., & Arena, R. (2017). Cardiopulmonary Exercise Testing: What Is its Value? *J Am Coll Cardiol*, 70(13), 1618-1636. doi:10.1016/j.jacc.2017.08.012

- Gulati, M., Black, H. R., Shaw, L. J., Arnsdorf, M. F., Merz, C. N., Lauer, M. S., . . . Thisted, R. A. (2005). The prognostic value of a nomogram for exercise capacity in women. *N Engl J Med*, 353(5), 468-475. doi:10.1056/NEJMoa044154
- Hill, A. V., & Lupton, H. (1923). Muscular Exercise, Lactic Acid, and the Supply and Utilization of Oxygen. *Qjm, os-16*(62), 135-171. doi:10.1093/qjmed/os-16.62.135
- Hopker, J. G., Jobson, S. A., & Pandit, J. J. (2011). Controversies in the physiological basis of the 'anaerobic threshold' and their implications for clinical cardiopulmonary exercise testing. *Anaesthesia*, 66(2), 111-123. doi:10.1111/j.1365-2044.2010.06604.x
- Jones, A. M., & Doust, J. H. (1996). A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. *J Sports Sci*, 14(4), 321-327. doi:10.1080/02640419608727717
- Julio, U., Panissa, V., Shiroma, S., & Franchini, E. (2017). Effect of Protocol Manipulation for Determining Maximal Aerobic Power on a Treadmill and Cycle Ergometer: A Brief Review. *Strength Cond J*, 39(5), 58-71. doi:10.1519/SSC.0000000000000332
- Kirkeberg, J. M., Dalleck, L. C., Kamphoff, C. S., & Pettitt, R. W. (2011). Validity of 3 protocols for verifying VO₂ max. *Int J Sports Med*, 32(4), 266-270. doi:10.1055/s-0030-1269914
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med*, 15(2), 155-163. doi:10.1016/j.jcm.2016.02.012
- Kuipers, H., Rietjens, G., Verstappen, F., Schoenmakers, H., & Hofman, G. (2003). Effects of stage duration in incremental running tests on physiological variables. *Int J Sports Med*, 24(7), 486-491. doi:10.1055/s-2003-42020
- Lambert, M. I., Mbambo, Z. H., & St Clair Gibson, A. (1998). Heart rate during training and competition for long-distance running. *J Sports Sci*, 16 Suppl, S85-90. doi:10.1080/026404198366713
- Lamberts, R. P., Lemmink, K. A., Durandt, J. J., & Lambert, M. I. (2004). Variation in heart rate during submaximal exercise: implications for monitoring training. *J Strength Cond Res*, 18(3), 641-645. doi:10.1519/1533-4287(2004)18<641:VIHRDS>2.0.CO;2
- Machado, F. A., Kravchychyn, A. C., Peserico, C. S., da Silva, D. F., & Mezzaroba, P. V. (2013). Incremental test design, peak 'aerobic' running speed and endurance performance in runners. *J Sci Med Sport*, 16(6), 577-582. doi:10.1016/j.jsams.2012.12.009
- Maeder, M., Wolber, T., Atefy, R., Gadza, M., Ammann, P., Myers, J., & Rickli, H. (2006). A nomogram to select the optimal treadmill ramp protocol in subjects with high exercise capacity: validation and comparison with the Bruce protocol. *J Cardiopulm Rehabil*, 26(1), 16-23.
- Mainardi, F. C. M. (2016). *VALIDADE DE CRITÉRIO CONCORRENTE E PREDITIVA DO VO₂Máx ESTIMADO EM ESTEIRA PELA RESERVA DO CONSUMO DE OXIGÊNIO E FREQUÊNCIA CARDÍACA*. (Master Dissertation), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Mauger, A. R., & Sculthorpe, N. (2012). A new VO₂max protocol allowing self-pacing in maximal incremental exercise. *Br J Sports Med*, 46(1), 59-63. doi:10.1136/bjsports-2011-090006
- McInnis, K. J., Bader, D. S., Pierce, G. L., & Balady, G. J. (1999). Comparison of cardiopulmonary responses in obese women using ramp versus step treadmill protocols. *Am J Cardiol*, 83(2), 289-291, A287.
- Meyer, T., Lucia, A., Earnest, C. P., & Kindermann, W. (2005). A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters--theory and application. *Int J Sports Med*, 26 Suppl 1, S38-48. doi:10.1055/s-2004-830514

- Mezzani, A. (2017). Cardiopulmonary Exercise Testing: Basics of Methodology and Measurements. *Ann Am Thorac Soc*, 14(Supplement_1), S3-S11. doi:10.1513/AnnalsATS.201612-997FR
- Midgley, A. W., Bentley, D. J., Luttikholt, H., McNaughton, L. R., & Millet, G. P. (2008). Challenging a dogma of exercise physiology: does an incremental exercise test for valid VO₂ max determination really need to last between 8 and 12 minutes? *Sports Med*, 38(6), 441-447.
- Myers, J., & Ashley, E. (1997). Dangerous curves. A perspective on exercise, lactate, and the anaerobic threshold. *Chest*, 111(3), 787-795.
- Myers, J., & Bellin, D. (2000). Ramp exercise protocols for clinical and cardiopulmonary exercise testing. *Sports Med*, 30(1), 23-29.
- Myers, J., Buchanan, N., Walsh, D., Kraemer, M., McAuley, P., Hamilton-Wessler, M., & Froelicher, V. F. (1991). Comparison of the ramp versus standard exercise protocols. *J Am Coll Cardiol*, 17(6), 1334-1342.
- Noakes, T. D. (2008). Testing for maximum oxygen consumption has produced a brainless model of human exercise performance. *Br J Sports Med*, 42(7), 551-555. doi:10.1136/bjism.2008.046821
- Noel, M., Jobin, J., Poirier, P., Dagenais, G. R., & Bogaty, P. (2007). Different thresholds of myocardial ischemia in ramp and standard bruce protocol exercise tests in patients with positive exercise stress tests and angiographically demonstrated coronary arterial narrowing. *Am J Cardiol*, 99(7), 921-924. doi:10.1016/j.amjcard.2006.10.060
- Noonan, V., & Dean, E. (2000). Submaximal exercise testing: clinical application and interpretation. *Phys Ther*, 80(8), 782-807.
- Peserico, C. S., Zagatto, A. M., & Machado, F. A. (2015a). Evaluation of the Best-designed Graded Exercise Test to Assess Peak Treadmill Speed. *Int J Sports Med*, 36(9), 729-734. doi:10.1055/s-0035-1547225
- Peserico, C. S., Zagatto, A. M., & Machado, F. A. (2015b). Reproducibility of heart rate and rating of perceived exertion values obtained from different incremental treadmill tests. *Sci Sports*, 30(2), 82-88. doi:10.1016/j.scispo.2014.12.002
- Pires, F. d. O., Lima-Silva, A. E., & Oliveira, F. R. d. (2006). Differences among variables of determination of ventilatory thresholds. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.*, 7(2), 9. doi:10.5007/3793
- Pollock, M. L., Bohannon, R. L., Cooper, K. H., Ayres, J. J., Ward, A., White, S. R., & Linnerud, A. C. (1976). A comparative analysis of four protocols for maximal treadmill stress testing. *Am Heart J*, 92(1), 39-46.
- Poole, D. C., & Jones, A. M. (2017). Measurement of the maximum oxygen uptake Vo₂max: Vo₂peak is no longer acceptable. *J Appl Physiol* (1985), 122(4), 997-1002. doi:10.1152/japplphysiol.01063.2016
- Racinais, S., Buchheit, M., & Girard, O. (2014). Breakpoints in ventilation, cerebral and muscle oxygenation, and muscle activity during an incremental cycling exercise. *Front Physiol*, 5(142), 142. doi:10.3389/fphys.2014.00142
- Robergs, R. A., & Landwehr, R. (2002). The surprising history of the "HR_{max} = 220-age" equation. *Journal of Exercise Physiology Online*, 5(2), 1-10.
- Roosevelt, T. *The strenuous life: essays and addresses*. p.4 . Adegri Graphics LLC. 1924. p. 332. disponível em < https://pt.wikiquote.org/wiki/Theodore_Roosevelt > acessado em 17/09/19.
- Santos, T. M., Rodrigues, A. I., Greco, C. C., Marques, A. L., Terra, B. S., & Oliveira, B. R. R. (2012). VO₂máx estimado e sua velocidade correspondente predizem o desempenho de corredores amadores. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.*, 14, 192-201. doi:10.5007/1980-0037.2012v14n2p192

- Santos, T. M., Viana, B. F., & Sá Filho, A. S. (2012). Reprodutibilidade do VO₂Máx estimado na corrida pela frequência cardíaca e consumo de oxigênio de reserva *Rev. bras. educ. fís. esporte [online]*, 26(1), 29-36. doi:10.1590/S1807-55092012000100004
- Sartor, F., Vernillo, G., de Morree, H. M., Bonomi, A. G., La Torre, A., Kubis, H. P., & Veicsteinas, A. (2013). Estimation of maximal oxygen uptake via submaximal exercise testing in sports, clinical, and home settings. *Sports Med*, 43(9), 865-873. doi:10.1007/s40279-013-0068-3
- Sperlich, P. F., Holmberg, H. C., Reed, J. L., Zinner, C., Mester, J., & Sperlich, B. (2015). Individual versus Standardized Running Protocols in the Determination of VO₂max. *J Sports Sci Med*, 14(2), 386-393.
- Stringer, W. W. (2010). Cardiopulmonary exercise testing: current applications. *Expert Rev Respir Med*, 4(2), 179-188. doi:10.1586/ers.10.8
- Swain, D. P., & Leutholtz, B. C. (1997). Heart rate reserve is equivalent to %VO₂ reserve, not to %VO₂max. *Med Sci Sports Exerc*, 29(3), 410-414.
- Swain, D. P., Leutholtz, B. C., King, M. E., Haas, L. A., & Branch, J. D. (1998). Relationship between % heart rate reserve and % VO₂ reserve in treadmill exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 30(2), 318-321.
- Swain, D. P., Parrott, J. A., Bennett, A. R., Branch, J. D., & Dowling, E. A. (2004). Validation of a new method for estimating VO₂max based on VO₂ reserve. *Med Sci Sports Exerc*, 36(8), 1421-1426.
- Swain, D. P., & Wright, R. L. (1997). Prediction of VO₂peak from submaximal cycle ergometry using 50 versus 80 rpm. *Med Sci Sports Exerc*, 29(2), 268-272.
- Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*, 37(1), 153-156.
- Taylor, H. L., Buskirk, E., & Henschel, A. (1955). Maximal Oxygen Intake as an Objective Measure of Cardio-Respiratory Performance. *J Appl Physiol*, 8(1), 73-80.
- Teräslinna, P., Ismail, A. H., & MacLeod, D. F. (1966). Nomogram by Astrand and Ryhming as a predictor of maximum oxygen intake. *J Appl Physiol*, 21(2), 513-515.
- Truong, P., Millet, G. P., & Gojanovic, B. (2018). Perceptually Regulated Exercise Test Allows Determination of V O₂max and Ventilatory Threshold But Not Respiratory Compensation Point In Trained Runners. *Int J Sports Med*, 39(4), 304-313. doi:10.1055/s-0043-122741
- Tucker, R., & Noakes, T. D. (2009). The physiological regulation of pacing strategy during exercise: a critical review. *Br J Sports Med*, 43(6), e1. doi:10.1136/bjsm.2009.057562
- von Döbeln, W., Astrand, I., & Bergström, A. (1967). An analysis of age and other factors related to maximal oxygen uptake. *J Appl Physiol*, 22(5), 934-938. doi:10.1152/jappl.1967.22.5.934
- Vucetic, V., Sentija, D., Sporis, G., Trajkovic, N., & Milanovic, Z. (2014). Comparison of ventilation threshold and heart rate deflection point in fast and standard treadmill test protocols. *Acta Clin Croat*, 53(2), 190-203.
- Wang, S. C., Lin, H. F., Wu, C. F., Lin, B. N., Wang, Y. S., & Huang, Y. J. (2010). Aerobic power assessment by using a 10 min heart rate control running on treadmill. *J Sports Med Phys Fitness*, 50(1), 32-36.
- Wasserman, K., Whipp, B. J., Koyle, S. N., & Beaver, W. L. (1973). Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol*, 35(2), 236-243. doi:10.1152/jappl.1973.35.2.236
- Whipp, B. J., Davis, J. A., Torres, F., & Wasserman, K. (1981). A test to determine parameters of aerobic function during exercise. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*, 50(1), 217-221. doi:10.1152/jappl.1981.50.1.217

Zuniga, J. M., Housh, T. J., Camic, C. L., Bergstrom, H. C., Schmidt, R. J., & Johnson, G. O. (2014). The effect of different exercise protocols and regression-based algorithms on the assessment of the anaerobic threshold. *J Strength Cond Res*, 28(9), 2507-2512. doi:10.1519/JSC.0000000000000440

APÊNDICE A – FORMULÁRIO GENÉRICO PARA ERGOESPIROMETRIA

Núcleo de Investigação em Performance e Saúde - NIPeS

Formulário Genérico para Ergoespirometria

#	
---	--

Identificação										
Nome:										
Data Nascimento:					Idade:				anos Data:	
Telefone:					Email:					
Endereço:										
Bairro:							CEP:			
Cidade:							Estado:			

A	Check List
	Anamnese Inicial
	Estratificação de Risco
	Termo de Consentimento

B	FC
	FCRep (bpm):
	FCMáx (bpm):
	FCRes (bpm):

D	Familiarização Testes
	Teste de exercício escalonado
	Teste de exercício rampa
	Prova de desempenho de 5 km

C	Antropometria - Homem / Mulher				
	Massa (kg):		Estatura (cm):		
Dobras Cutâneas (mm)					
	Localização	Med 1	Med 2	Med 3	Média

	Visita
--	--------

Teste Aeróbio Subáximo										A
FCRes (bpm)				Aquecimento						Tempo de Sincron.
65 %R		Estado de Equilíbrio	Estágio Aquecim.	Tempo min	Velocidade km/h	m/min	Inclinação %	FC bpm	PSE	
75 %R										
85 %R										
90 %R										
Estado de Equilíbrio										Tempo de Repouso
Velocidade (km/h):										
Inclinação (%):										
Tempo min	FC bpm	ESE								
1										
2										
3										
4										
5										
6										

Motivos P/ Término	Ataxia?	
	Limitação em MMII?	
	Limitação cardiorrespiratória?	
Tipos de Término	Interrupção	
	Abandono	
	Foster Position A	

Indicações para a interrupção de um teste não diagnóstico (ACSM, 2014)	Limiar de angina ou sintomas semelhantes ao de angina	
	PAS: ↓ (10 mmHg) ou ↔ com o ↑ da intensidade do esforço	
	PAS > 260 mmHg ou PAD > 115 mmHg	
	Palidez, confusão, ataxia, cianose, náusea, frio e pele úmida	
	FC ↔ mesmo com o aumento da intensidade do exercício	
	Notável mudança no ritmo cardíaco	
	Solicitação do testado para interrupção do teste	
	Manifestações físicas ou verbais de fadiga severa	
	Falha no equipamento de teste	
	Término do Protocolo	

Observações:	

										Visita	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------	--

Teste Aeróbio Máximo - Protocolo Escalonado									B			
Estágio	Tempo		Velocidade		Inclinação %	FC bpm	ESE	Demanda Metabólica mL/kg/min	Tempo de Sincron.	Gases:		
	P_min	T_min	km/h	m/min								
Aquec 1												
Aquec 2												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
Razão												

Motivos P/ Término		Ataxia?
		Limitação em MMII?
		Limitação cardiorrespiratória?
Tipos de Término		Interrupção
		Abandono
		Foster Position A

Observações:	

Indicações para a interrupção de um teste não diagnóstico (ACSM, 2014)	Limiar de angina ou sintomas semelhantes ao de angina PAS: ↓ (10 mmHg) ou ↔ com o ↑ da intensidade do esforço PAS > 260 mmHg ou PAD > 115 mmHg Palidez, confusão, ataxia, cianose, náusea, frio e pele úmida FC ↔ mesmo com o aumento da intensidade do exercício Notável mudança no ritmo cardíaco Solicitação do testado para interrupção do teste Manifestações físicas ou verbais de fadiga severa Falha no equipamento de teste Término do Protocolo
--	--

										Visita	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------	--

Teste Aeróbio Máximo - Protocolo Rampa									B			
Estágio	Tempo		Velocidade		Inclinação %	FC bpm	ESE	Demanda Metabólica mL/kg/min	Tempo de Sincron.	Gases:		
	P_min	T_min	km/h	m/min								
Aquec 1												
Aquec 2												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
Razão												

Motivos P/ Término		Ataxia?
		Limitação em MMII?
		Limitação cardiorrespiratória?
Tipos de Término		Interrupção
		Abandono
		Foster Position A

Observações:	

Indicações para a interrupção de um teste não diagnóstico (ACSM, 2014)	Limiar de angina ou sintomas semelhantes ao de angina PAS: ↓ (10 mmHg) ou ↔ com o ↑ da intensidade do esforço PAS > 260 mmHg ou PAD > 115 mmHg Palidez, confusão, ataxia, cianose, náusea, frio e pele úmida FC ↔ mesmo com o aumento da intensidade do exercício Notável mudança no ritmo cardíaco Solicitação do testado para interrupção do teste Manifestações físicas ou verbais de fadiga severa Falha no equipamento de teste Término do Protocolo
--	--

APÊNDICE B – ANÁLISE DESCRITIVA SEXO FEMININO

Mulheres (n = 10)		Escalonado			Rampa			t (9)	p
		Média	±	DP	Média	±	DP		
VO _{2máx}	(mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	41,2	±	4,8	40,0	±	6,2	0,75	0,47
FC _{máx}	(bpm)	192	±	4,0	189	±	5,3	3,00	0,02*
vVO _{2máx}	(km/h)	12,8	±	1,5	13,3	±	1,8	-2,14	0,06
T _{total}	(min ⁻¹)	9,3	±	2,6	8,9	±	3,4	0,79	0,45
LV₁									
VO ₂	(mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	28,4	±	5,0	30,7	±	3,4	-1,74	0,12
FC	(bpm)	166	±	6,7	165	±	9,9	0,21	0,84
Velocidade	(km/h)	9,6	±	0,9	9,9	±	0,7	-1,56	0,15
LV₂									
VO ₂	(mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	35,6	±	4,1	35,9	±	5,0	-0,19	0,85
FC	(bpm)	180	±	6,7	179	±	8,6	0,17	0,87
Velocidade	(km/h)	11,5	±	1,2	11,5	±	1,1	0,17	0,87

VO_{2máx} – consumo máximo de oxigênio; FC_{máx} – frequência cardíaca máxima; vVO_{2máx} – velocidade máxima ao atingir o VO_{2máx}; T_{total} – tempo até a exaustão; LV₁ – primeiro limiar ventilatório; LV₂ – segundo limiar ventilatório; VO₂ – consumo de oxigênio no LV₁ e LV₂; FC – frequência cardíaca no LV₁ e LV₂. DP – desvio padrão; t – teste *t* de student; p – significância estatística < 0,05; * - presença de diferença estatística.

APÊNDICE C – ANÁLISE GRÁFICA BLAND-ALTMAN SEXO FEMININO

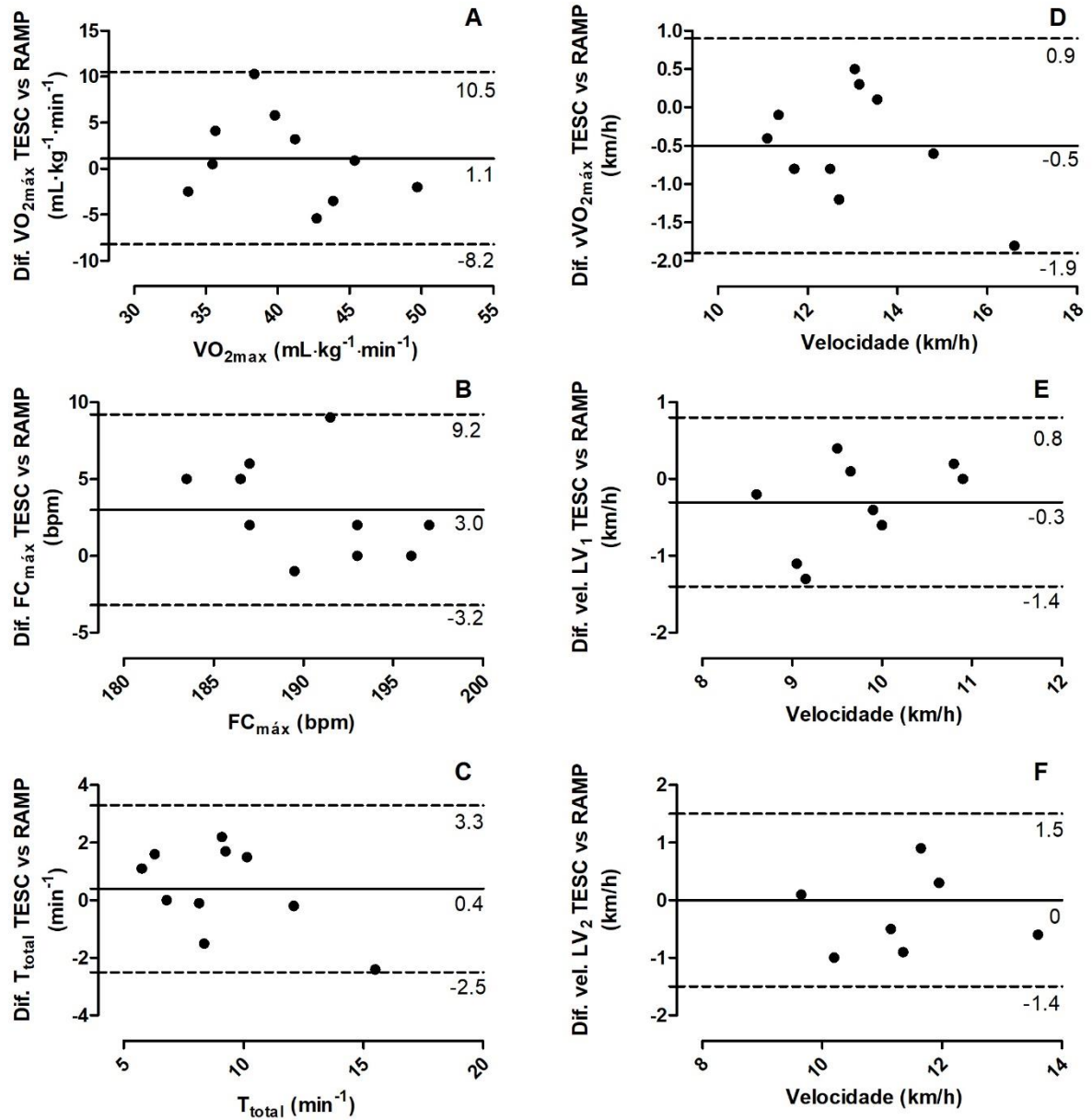


Figura 5. Gráfico de Bland-Altman para valores absolutos para as variáveis máximas e submáximas em ambos os testes. A – consumo máximo de oxigênio; B – frequência cardíaca máxima; C – tempo até a exaustão; D – velocidade máxima; E – velocidade no 1º limiar ventilatório; F – velocidade no 1º limiar ventilatório; linha sólida – BIAS; linha tracejada – intervalo de concordância a 95%.

APÊNDICE D – DADOS BRUTOS ARTIGO 1

antropometria						teste escalonado									teste rampa										
# Identificação	Idade	Sexo	Peso	altura	IMC	VO2max_Esc	Fcmáx_Esc	vVO2máx_Esc	tempo total_min_esc	VO2_LV1_esc	FC_LV1_esc	Veloc_LV1_esc	VO2_LV2_esc	FC_LV2_esc	Vel_LV2_esc	VO2max_Ramp	Fcmáx_Ramp	vVO2máx_Ramp	tempo total_min_ramp	VO2_LV1_ramp	FC_LV1_ramp	Veloc_LV1_ramp	VO2_LV2_Ramp	FC_LV2_ramp	Veloc_LV2_ramp
1	24	M	68,4	1,73	23,0	63,2	185	16,7	16,0	44,6	159	10,9	53,6	173	14,5	61,0	181	19,4	20,8	37,5	160	13,6	43,7	162	14,7
2	29	M	72,2	1,72	24,5	49,5	193	14,5	10,9	29,2	160	9,7	45,1	187	13,3	40,6	191	14,4	10,8	27,7	154	10,1	33,2	171	11,8
3	26	F	63,0	1,64	23,4	43,5	186	13,3	10,1	27,8	167	9,7	35,2	173	12,1	33,2	181	13,0	8,4	27,3	167	10,3	28,6	174	11,2
4	23	M	75,2	1,69	26,3	54,9	196	17,1	17,1	33,8	147	10,9	42,8	175	13,3	49,4	202	19,1	19,6	43,2	171	13,6	42,6	187	15,7
5	22	F	70,0	1,64	26,0	37,7	196	11,3	7,1	21,6	156	8,5	31,2	187	9,7	33,6	196	11,4	5,5	29,5	179	9,6	32,2	189	10,7
6	22	M	75,0	1,75	24,5	41,3	185	14,9	12,9	34,6	150	8,5	38,3	171	12,1	55,1	188	16,2	14,3	35,6	153	9,8	50,6	177	14,1
7	20	M	64,0	1,72	21,6	51,5	193	14,6	12,5	36,8	162	9,7	41,6	174	12,1	59,0	195	15,2	12,4	41,8	173	11,2	56,7	184	12,5
9	27	M	70,0	1,77	22,3	44,7	201	14,6	12,3	34,4	184	12,1	39,4	194	13,3	47,5	203	15,9	13,9	34,5	168	11,4	42,4	189	13,6
10	20	F	67,5	1,70	23,5	32,5	188	10,9	6,3	20,5	163	8,5	28,8	177	9,7	35,0	186	11,3	5,2	25,5	163	8,7	31,8	175	9,6
11	23	M	76,3	1,73	25,6	42,1	191	13,9	10,9	31,8	165	10,9	38,1	185	13,3	42,1	188	13,6	9,5	31,6	162	10,1	39,2	177	11,4
14	23	F	57,5	1,61	22,2	40,0	196	14,5	12,0	28,7	167	9,7	38,2	181	12,1	45,4	187	15,1	12,2	32,5	155	9,3	41,1	173	11,8
15	25	F	61,5	1,55	25,6	42,8	194	13,3	10,2	24,9	174	9,7	31,3	184	12,1	39,6	192	12,8	8,0	30,6	174	9,6	38,4	188	11,8
21	23	F	52,7	1,65	19,4	48,7	193	15,7	14,3	29,7	163	10,9	40,8	177	13,3	50,7	193	17,5	16,7	31,4	152	10,9	39,8	175	13,9
28	22	M	90,0	1,72	30,4	40,9	191	11,2	7,9	29,4	158	9,7	34,2	173	10,9	32,7	188	12,6	7,8	23,7	160	9,6	29,3	175	10,9
30	18	F	61,0	1,70	21,1	35,7	190	12,1	8,1	31,7	172	9,7	34,0	183	12,1	35,2	184	12,9	8,2	28,2	157	9,6	31,8	174	11,2
37	22	M	64,0	1,78	20,2	53,8	198	14,6	11,9	44,2	176	10,9	50,7	193	13,3	60,9	198	14,6	11,3	43,6	141	11,2	53,5	192	13,0
38	22	F	62,0	1,69	21,8	42,7	189	12,1	7,6	35,6	160	9,7	38,9	172	10,9	36,9	190	13,3	9,1	30,6	162	10,1	32,7	181	11,8
41	20	M	83,0	1,78	26,3	47,1	205	11,7	7,9	37,3	175	9,7	40,6	189	10,9	45,3	201	12,5	9,0	34,1	166	9,6	38,5	184	10,9
46	23	M	77,0	1,83	23,0	60,0	180	13,3	10,3	46,8	160	10,9	56,2	179	12,1	58,8	186	14,1	10,2	28,6	128	9,3	47,6	157	11,2
48	20	M	61,0	1,76	19,7	60,7	190	17,8	17,6	40,8	164	10,9	54,4	185	15,7	66,4	190	18,9	19,4	43,5	164	12,5	52,0	175	14,4
49	19	M	80,0	1,88	22,8	55,0	182	16,0	14,5	41,6	150	10,9	47,6	166	13,3	56,7	183	17,6	16,8	42,2	149	11,4	44,6	157	12,8
50	20	M	72,0	1,86	20,9	49,6	198	15,8	15,0	45,6	176	10,9	45,3	189	13,3	56,2	203	16,2	14,3	44,1	188	12,0	51,3	196	13,9
51	36	M	79,0	1,86	22,8	56,0	198	12,9	9,2	36,6	168	10,9	46,2	184	12,1	48,4	198	13,8	9,9	33,5	170	10,3	42,7	194	12,8
52	24	F	52,0	1,59	20,7	45,8	189	13,6	10,9	34,6	161	10,9	38,2	171	12,1	44,9	184	13,5	9,4	37,3	163	10,7	39,4	169	11,2
53	24	F	58,0	1,57	23,5	42,1	198	11,3	6,8	28,9	177	8,5	39,6	191	10,9	45,6	196	12,1	6,8	34,0	181	9,8	43,0	195	11,4
54	30	M	73,0	1,79	22,7	66,5	181	15,9	14,2	49,0	164	12,1	57,0	174	14,5	66,3	179	15,8	14,0	50,4	168	12,0	57,3	175	13,9
55	19	M	66,0	1,71	22,7	62,2	198	15,1	12,8	42,0	161	9,7	54,3	188	13,3	62,3	202	12,2	12,7	32,4	151	9,0	53,1	188	10,9

APÊNDICE E – DADOS BRUTOS ARTIGO 2

# Identificação	Idade	Gênero	Massa (kg)	estatura (m)	IMC (kg,m2)	FCrep (bpm)	FCmáx (bpm)	PSE	v_VO2Máx (km/h)	VO2Máx (mL/kg/min)	FCMéd_5-6min (bpm)	V_VO2 (km/h)	VO2máx est. (mL/kg/min)	FCMéd_5-6min(bpm)	V_VO2 (km/h)	VO2máx est. (mL/kg/min)	FCMéd_5-6min (bpm)	V_VO2 (km/h)	VO2máx est. (mL/kg/min)	FCMéd_5-6min(bpm)	V_VO2 (km/h)	VO2máx est. (mL/kg/min)
1	23	M	73,0	1,72	24,7	74	190	9	14,2	47,7	157	9	45,5	155	9	46,5	161	8,6	42,1	137	6,6	25,3
2	32	M	95,0	1,72	32,1	75	186	9	12,0	44,2	151	5	34,2	158	5	34,9	189	9,5	35,7	166	7,6	37,3
3	21	M	74,0	1,70	25,6	81	198	9	12,8	54,7	161	5	44,6	174	9	42,4	152	6,8	27,7	161	7,5	40,7
4	22	M	68,0	1,80	21,0	88	197	8	16,0	57,9	164	10	49,5	156	10	53,5	147	7,2	46,0	162	8,6	47,4
5	24	F	69,0	1,71	23,6	75	186	10	10,0	43,2	175	9	38,4	175	9	38,6	152	6,6	24,0	152	6,4	21,9
6	19	M	65,0	1,65	23,9	80	192	9	12,3	48,1	167	9	43,9	160	9	47,2	163	8,6	44,2	165	9,2	47,1
7	24	M	77,0	1,78	24,3	69	191	9	13,1	54,3	171	9	42,5	168	9	42,0	166	9	42,7	162	8,8	43,5
8	21	M	74,0	1,84	21,9	74	190	9	14,0	60,1	167	9	42,3	167	10	46,3	150	7,6	42,9	175	7,8	43,1
9	19	F	66,0	1,72	22,3	80	199	9	10,2	45,0	165	5	35,4	195	9	36,0	143	6	24,6	138	6,2	31,2
10	32	M	102,0	1,85	29,8	75	200	9	14,6	42,7	177	5	35,8	174	5	33,0	167	6	20,8	178	6,6	19,4
11	20	F	70,0	1,62	26,7	89	199	7	10,2	33,7	162	5	31,2	162	5	28,3	182	7	31,3	185	8	35,1
12	27	M	78,0	1,78	24,6	71	190	10	13,3	50,4	157	5	34,9	162	9	44,6	178	11,2	46,5	191	12,8	47,7
13	24	F	60,0	1,56	24,7	90	193	9	11,2	39,4	165	5	33,9	165	5	37,6	183	9,4	39,2	188	9,8	39,2
14	22	F	67,0	1,69	23,5	79	197	9	11,5	39,8	163	5	36,1	174	9	42,4	164	7	37,1	167	7,8	42,3
15	24	M	65,0	1,78	20,5	70	202	10	14,8	58,2	164	9	49,0	169	10	51,4	168	9	46,7	163	9	49,8
16	22	F	66,0	1,66	24,0	80	201	8	13,4	45,3	164	5	42,9	165	5	42,3	193	9,6	39,7	195	10	40,3
17	27	M	82,0	1,78	25,9	53	191	9	15,3	58,1	153	11	58,9	156	12	61,9	155	11,2	61,6	153	10,4	55,9
18	28	M	78,0	1,88	22,1	73	180	9	15,0	61,9	155	9	44,3	156	9	43,7	151	8,4	43,2	156	9,4	45,5
19	26	M	85,0	1,87	24,3	67	200	7	14,0	55,7	156	9	50,3	169	9	47,9	156	9	50,3	169	9,8	48,4
20	23	M	78,0	1,71	26,7	72	194	10	14,2	49,1	163	9	46,8	170	9	43,7	174	10,8	49,5	169	10,4	50,8

APÊNDICE F – CARTA DE ANUÊNCIA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA



CARTA DE ANUÊNCIA

Validade de critério do consumo máximo de oxigênio estimado em esteira pela relação entre o consumo máximo de oxigênio de reserva e frequência cardíaca de reserva.

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos(o) os pesquisadores Prof. Dr. Tony Meireles dos Santos - UFPE, Prof^a Esp. Fernanda Mainardi - UGF e o Prof. Thiago Barbosa Lima - UFPE a desenvolver o seu projeto de pesquisa acima intitulado, cujo objetivo é estabelecer a validade de critério e concorrente da estimativa do $VO_{2Máx}$ utilizando a equação da corrida do ACSM e a relação VO_{2Res} vs. FC_{Res} em protocolo baseado na proposta de Swain et al. (2004) adaptado para esteira, nesta Instituição.

A aceitação está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos da Resolução 466/12 e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para os fins da pesquisa.

Recife, em 17/12/2013.

Nome/assinatura e carimbo do responsável pela Instituição

Prof^o Dr^o Paulo Roberto C. Carvalho
Chefe
Dept^o de Educação Física
SIAPE - 2581217

APÊNDICE G – FOLHA DE ROSTO



MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP

FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. Projeto de Pesquisa: Validade de critério do consumo de oxigênio estimado em esteira pela relação entre o consumo máximo de oxigênio de reserva e frequência cardíaca de reserva		2. Número de Participantes da Pesquisa: 20	
3. Área Temática:			
4. Área do Conhecimento: Grande Área 4. Ciências da Saúde			
PESQUISADOR RESPONSÁVEL			
5. Nome: Tony Meireles dos Santos			
6. CPF: 005.584.217-84		7. Endereço (Rua, n.º): JOSE MOREIRA LEAL BOA VIAGEM 34, apto. 803 RECIFE PERNAMBUCO 51030380	
8. Nacionalidade: BRASILEIRO		9. Telefone: (81) 3204-2484	
		10. Outro Telefone:	
		11. Email: tony.meireles@ufpe.br	
12. Cargo:			
Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devendo ser assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.			
Data: <u>17</u> / <u>12</u> / <u>13</u>		 Assinatura	
INSTITUIÇÃO PROPONENTE			
13. Nome: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE		14. CNPJ: 24.134.488/0001-08	
15. Unidade/Órgão: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE			
16. Telefone: (81) 2126-8588		17. Outro Telefone:	
Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.			
Responsável: <u>Paulo Roberto C. Carvalho</u>		CPF: <u>68790538404</u>	
Cargo/Função: <u>chefia do Departamento Educação Física</u>			
Data: <u>17</u> / <u>12</u> / <u>2013</u>		 Assinatura Prof. Dr. Paulo Roberto C. Carvalho Chefe Dept. de Educação Física SIAPE - 2581217	
PATROCINADOR PRINCIPAL			
Não se aplica.			

**APÊNDICE H – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)**

Nome: _____ Idade: _____
E-mail: _____ Telefone: _____

Convidamos o(a) Sr.(a) para participar como voluntário(a) da pesquisa “**Avaliação da aptidão cardiorrespiratória por testes de esforço máximos, submáximos e baseados na autosseleção**”, que está sob a responsabilidade do pesquisador Prof. Dr. Eduardo Zapatterra campos, com endereço Av. Jornalista Anibal Fernandes, s/n, CDU, CEP: 50670-901 – Recife – PE/ (81) 2126-8506 (inclusive ligações a cobrar) / e-mail: zacampos@yahoo.com.br. Também participam desta pesquisa: Prof. Esp. Thiago Barbosa Lima, Telefones: (81) 986483348.

Este Termo de Consentimento pode conter alguns tópicos que o(a) senhor(a) não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa a quem está lhe entrevistando, para que o(a) senhor(a) esteja totalmente esclarecido(a) sobre tudo que está respondendo. Após os esclarecimentos, caso aceite em fazer parte do estudo, rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa o(a) Sr.(a) não será penalizado(a) de forma alguma. Também garantimos que o(a) Senhor(a) tem o direito de retirar o consentimento da sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

O objetivo desta pesquisa é estabelecer a validade de dois protocolos de teste esforço para determinar o consumo máximo de oxigênio na corrida em esteira ergométrica. Serão realizadas três visitas: na primeira serão coletados seus dados como: peso, altura, percentual de gordura, frequência cardíaca de repouso, aplicação de um questionário de avaliação de risco de saúde e realização da familiarização com os testes que serão aplicados nas visitas seguintes em ordem sorteada. Você será submetido a um teste de esforço máximo e a dois submáximos em esteira. As visitas terão um intervalo de 2 a 7 dias dependendo da sua disponibilidade de horários, estimando-se que a pesquisa terá duração aproximadamente de uma a três semanas.

Em testes desta natureza existe a possibilidade, mesmo que remota, de: (1) sensação de desconforto durante e/ou após o teste (como tonteira, náuseas, vômitos, desmaios etc); (2) dor muscular entre 24 e 48 horas após o teste; (3) lesão dos grupamentos musculares envolvidos, sendo de total responsabilidade dos pesquisadores o suporte a intercorrências, acompanhamento do caso e pagamento de eventuais despesas geradas.

Os resultados do presente estudo possibilitarão que estes testes submáximos possam ser utilizados como ferramenta para a prescrição do exercício. Ao final dos procedimentos, você receberá um laudo com informações relativas aos seus resultados e poderá utilizá-los para monitoração de sua saúde cardiorrespiratória ou desempenho físico.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (questionário de estratificação de risco, TCLE e dados dos testes),

ficarão armazenados em pastas e no computador pessoal, sob a responsabilidade dos pesquisadores, no endereço acima informado pelo período de mínimo 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada para participar desta pesquisa. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).**

Pesquisador Responsável: _____
(Prof. Dr. Tony Meireles dos Santos)

Pesquisador Colaborador: _____
(Prof. Thiago Barbosa Lima)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo *“Validade de critério do consumo máximo de oxigênio estimado em esteira pela relação entre o consumo máximo de oxigênio de reserva vs. Frequência cardíaca de reserva”*, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador(a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data: _____

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar.

Testemunha 1: _____ CPF: _____._____._____-

Testemunha 2: _____ CPF: _____._____._____-

ANEXO A – ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO

Questionário do AHA/ACSM para Estratificação Pré-participação em Programas de Atividades Físicas	
Para avaliar a sua condição de saúde, assinale todas as afirmativas que são verdadeiras:	
Histórico Você tem ou já teve: ☐ Um ataque cardíaco. ☐ Uma cirurgia cardíaca. ☐ Uma cateterização cardíaca. ☐ Uma angioplastia coronária. ☐ Um implante de marcapasso. ☐ Uma desfibrilação ou distúrbio de ritmo cardíaco. ☐ Uma doença da válvula cardíaca. ☐ Um colapso cardíaco. ☐ Um transplante cardíaco. ☐ Uma doença cardíaca congênita. Sintomas ☐ Você já experimentou desconforto no peito com o esforço. ☐ Você já experimentou uma falta de ar súbita. ☐ Você já experimentou tonturas, desmaios ou perda de sentidos. ☐ Você usa ou já usou medicações para o coração.	Outras Questões de Saúde ☐ Você tem diabetes. ☐ Você possui asma ou outra doença pulmonar. ☐ Você já sentiu queimação ou câimbras em seus membros inferiores ao caminhar distâncias curtas. ☐ Você tem algum problema músculo-esquelético que limite sua prática de atividade física. ☐ Você tem preocupações quanto a segurança de se exercitar. ☐ Você tem alguma prescrição para medicação(ões). ☐ Se do sexo feminino, você está grávida. ☐ Você possui alguma doença da tireóide, dos rins ou do fígado. CONCLUSÃO 1 Se você marcou qualquer um dos itens nesta seção, consulte o seu médico ou outro profissional de saúde antes de se engajar em um programa de exercícios. Você pode necessitar de uma estrutura que disponha de supervisão médica especializada.
Fatores de Risco Cardiovasculares Se homem: ☐ Você tem 45 anos ou mais. Se mulher: ☐ Você tem 55 anos ou mais ou já fez histerectomia ou está em pós-menopausa. Para todos: ☐ Você fuma ou parou de fumar há menos de 6 meses. ☐ Sua pressão: - sistólica é maior ou igual a 140 mmHg e/ou diastólica é maior ou igual a 90 mmHg, ou; - é controlada por alguma medicação, ou; - é desconhecida por você. ☐ Seu colesterol sanguíneo: - total é maior que 200 mg/dL, ou; - LDL é maior do que 130 mg/dL, ou; - HDL é menor do que 40 mg/dL, ou; - é desconhecido por você. ☐ O seu pai ou irmão (antes dos 55 anos) ou mãe e irmã (antes dos 65 anos), teve/tiveram um ataque	cardíaco ou fez/fizeram uma cirurgia cardíaca. ☐ Seu açúcar sanguíneo: - apresenta níveis acima de 100 mg/dL, ou; - é desconhecido por você. ☐ Você faz menos que 120 min por semana de atividades físicas moderadas (que levem a um discreto aumento da respiração). ☐ Você está mais que 9 kg acima do seu peso. CONCLUSÃO 2 Se você marcou mais do que um item nesta seção, consulte o seu médico ou outro profissional de saúde antes de se engajar em um programa de exercícios. Você pode se beneficiar pela utilização de uma estrutura de atividades físicas que disponibilize supervisão profissional qualificada para orientar seu programa de exercícios.
Outros ☐ Nenhuma das afirmativas nos itens Histórico, Sintomas ou Outras Questões de Saúde e no máximo um item em Fatores de Risco Cardiovasculares.	CONCLUSÃO 3 Você está apto a iniciar seu programa de exercícios sem consultar o seu médico ou outro profissional de saúde em um programa auto-orientado ou em quase todos os centros de atividades físicas que atendam às suas necessidades para um programa de exercícios.

ANEXO B – PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO

0	NENHUMA
0,3	
0,5	EXTREMAMENTE LEVE
0,7	
1	MUITO LEVE
1,5	
2	LEVE
2,5	
3	MODERADA
4	
5	FORTE
6	
7	MUITO FORTE
8	
9	EXTREMAMENTE FORTE
10	
1	
•	MÁXIMO ABSOLUTO

Borg, E., & Kaijser, L. (2006). A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(1), 57-69.