



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
CURSO DE BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

VALIDAÇÃO DO TESTE DE CORRIDA DE 12 MINUTOS EM MODALIDADES DE
CAMPO E QUADRA

ALUNO: ROBSON CONCEIÇÃO SILVA
ORIENTADOR: PROF. DR. GUILHERME ECKHARDT MOLINA
CO-ORIENTADORA: PROF.^a DR.^a KEILA ELIZABETH FONTANA

BRASÍLIA-DF

2017

ROBSON CONCEIÇÃO SILVA

VALIDAÇÃO DO TESTE DE CORRIDA DE 12 MINUTOS EM MODALIDADES DE
CAMPO E QUADRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Educação Física da Universidade de
Brasília, como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharel.

BRASÍLIA-DF

2017

RESUMO

Introdução: O consumo máximo de oxigênio ($VO_2\text{max}$) é determinado como a captação máxima de oxigênio consumido para realizar um esforço máximo e prediz uma medida quantitativa da aptidão cardiorrespiratória. Um dos testes mais utilizados para sua determinação é o teste de Corrida de 12 minutos de Cooper, contudo, existem controvérsias a respeito de sua validade. **Objetivo:** O objetivo do estudo foi verificar a validade da estimativa do $VO_2\text{max}$ obtido pelo teste de Corrida de 12 minutos em relação à metodologia direta em modalidades esportivas de campo e de quadra. **Método:** Participaram do estudo 73 atletas universitários (28 mulheres e 45 homens), agrupados em: Geral (todos, $n = 73$), Campo (futebol e rúgbi, $n = 35$) e Quadra (futsal e handebol, $n = 38$). A validação do teste de Corrida de 12 minutos foi analisada pelo coeficiente de correlação de Pearson e a análise de concordância entre os métodos por Bland & Altman. **Resultados:** O $VO_2\text{maxC}$ foi subestimado em relação ao $VO_2\text{maxE}$ [$38,9 \pm 9,5$ x $44,9 \pm 7,8$ mL(kg.min) $^{-1}$]. A correlação (r) nos grupos Geral (0,69) e Quadra (0,49) tiveram suas validades classificadas respectivamente, como boa e fraca. Somente o grupo Campo (0,82) obteve validade excelente. A análise de concordância mostrou que todos os grupos não foram concordantes como se pensava, porém, o grupo Campo obteve maior concordância em relação ao grupo Geral e Quadra (viés = 4,50; Limite Superior de Concordância – LSC = 16,28 e Limite Inferior de Concordância – LIC = 7,28). **Conclusão:** A validade do teste de Corrida de 12 minutos não foi encontrada em nenhum dos grupos porque nenhum dos critérios dos métodos foi atendido, porém o grupo que proporcionou melhor correlação para validade foi o grupo Campo. O teste apresentou resultados de $VO_2\text{max}$ subestimados em todos os grupos analisados. Os resultados apresentados indicam a necessidade de mais estudos que proporcionem uma melhor escolha de metodologia de avaliação da capacidade cardiorrespiratória de acordo com a modalidade praticada.

Palavras-chaves: Validação, corrida de 12 minutos, Cooper, $VO_2\text{max}$, atletas universitários.

ABSTRACT

Introduction: The maximal oxygen uptake ($VO_2\text{max}$) is determined as the maximal oxygen uptake used to perform maximum effort and predicts a quantitative measure of cardiorespiratory fitness. One of the tests most used for its determination is the Cooper's 12-minute run test, however, there are controversies regarding its validity. **Objective:** The purpose of this study was to verify the validity of the $VO_2\text{max}$ estimation obtained by the Cooper's 12-minute run test in relation to the direct methodology in field and court sports modalities. **Method:** Participated in the study 73 university athletes (28 women and 45 men), grouped in: General (all, $n = 73$), Field (soccer and rugby, $n = 35$) and Court (futsal and handball, $n = 38$). The validation of the Cooper's 12-minute run test was analyzed by the Pearson correlation coefficient and the concordance analysis between the methods by Bland & Altman. **Results:** $VO_2\text{maxC}$ was underestimated in relation to $VO_2\text{maxE}$ [$38.9 \pm 9.5 \times 44.9 \pm 7.8 \text{ mL (kg}\cdot\text{min)}^{-1}$]. The correlation (r) in the General (0.69) and Quadra (0.49) groups had their validity, respectively, classified as good and weak. Only the Field group (0.82) obtained excellent validity. The concordance analysis showed that all groups were not concordant as was thought, however, the Field group obtained greater agreement in relation to the General and Court group (bias = 4.50; Upper Constraint Limit - LSC = 16.28 and Limit Inferior of Concordance - SCI = 7.28). **Conclusion:** The validity of the Cooper's 12-minute run test was not found in any of the groups because none of the criteria were met, but the group that provided the best correlation for validity was the Field group. The test presented underestimated $VO_2\text{max}$ results in all groups analyzed. The results presented indicate the need for more studies that provide a better choice of methodology for evaluating cardiorespiratory capacity according to the modality practiced.

Keywords: Validity, 12-minute run test, Cooper, $VO_2\text{max}$, university athletes.

INTRODUÇÃO

O consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) é determinado como a captação máxima de oxigênio consumido para realizar um esforço máximo e proporciona uma medida quantitativa da capacidade do indivíduo para a ressíntese aeróbia de ATP (MCARDLE, KATCH & KATCH, 2011).

Sua definição gera importantes informações acerca da capacidade de fornecimento de energia e nível de aptidão física dos avaliados, pois reflete a eficiência da integração entre os sistemas respiratório, cardiovascular e neuromuscular, fazendo com que o VO_{2max} seja uma medida fundamental para a prescrição de treinamento (CAPUTO *et al.*, 2009; BASSET & HOWLEY, 2000; ATTERHOG, JONSSON, SAMUELSSON, 1979).

A medida direta do VO_{2max} executada através de um sistema de ergoespirometria analisa as frações expiradas de oxigênio (O_2) e de dióxido de carbono (CO_2) durante o esforço como também a ventilação, volume de ar mobilizado pelos pulmões por minuto. É considerado “padrão ouro” por sua fidedignidade, mas apresenta custo elevado e exige mão de obra especializada para sua realização, o que a torna uma metodologia árdua em muitas ocasiões (SANTOS, VIANA, SÁ, 2012; GUIMARÃES, STEIN, VILAS-BOAS, 2003).

Como resposta às dificuldades encontradas no uso do método direto, desenvolveram-se diversos protocolos com metodologia indireta para a determinação do VO_{2max} . Tais métodos determinam essa variável através de equações baseadas em tempo e/ou distância pré-estabelecida, idade e gênero (COOPER, 1968).

Em 1968, Kenneth H. Cooper realizou estudos estabelecendo protocolos de caminhada ou corrida e, uma de suas metodologias com tempo fixo de 12 minutos ficou conhecida como um dos principais métodos de determinação indireta de VO_{2max} . O teste consiste em estimar o consumo máximo de oxigênio, determinando a distância percorrida (Correr/Andar) no tempo de 12 minutos em uma equação (COOPER, 1968).

Apesar disso, estudos relatam que os protocolos indiretos podem subestimar ou superestimar o valor real do VO_{2max} , comprometendo assim, a utilização desses dados (GUIMARÃES, STEIN, VILAS-BOAS, 2003; PESERICO *et al.*, 2011; MAHSEREDJIAN, BARROS, TEBEXRENI, 1999).

Modalidades praticadas em ambientes de campo e quadra podem utilizar diversas metodologias para quantificar o VO_{2max} de seus atletas, mas a metodologia indireta do teste de corrida de 12 minutos pode ser uma alternativa de fácil administração, baixo custo, de

forma que várias pessoas podem ser avaliadas ao mesmo tempo (COOPER, 1968). Então, devido a facilidade de aplicação deste teste em relação ao teste de medida direta, analisamos modalidades de Campo (futebol e rúgbi) e de Quadra (futsal e handebol), suas exigências físicas e seus resultados para que possamos compreender o comportamento do $VO_2\text{max}$ no teste indireto de corrida de 12 minutos e sua validade quando aplicado em modalidades que utilizam ambientes diferentes.

O futebol é um esporte de elevada intensidade, acíclico e intermitente, em que a distância média percorrida pelos jogadores em uma partida gira em torno de 10 km, sendo que de 8 a 18% desta distância é realizada em velocidades máximas. Aproximadamente 88% das ações em uma partida de futebol são atividades aeróbias e os 12% restantes são anaeróbias de alta intensidade, tornando-se importante o desenvolvimento harmônico entre os metabolismos aeróbio e anaeróbio (EKBLÖM, 1986; SILVA *et al.*, 1999).

O rúgbi é marcado por corridas repetitivas de alta intensidade e contato corporal, exigindo então uma diversidade de respostas fisiológicas de seus jogadores (SCOTT *et al.*, 2003; PERELLA, NORIYUKI & ROSSI, 2005). Estudos nos mostram que os *forwards* (atacantes) necessitam de potência física, os *backs* (zagueiros) de velocidade e agilidade (NICHOLAS, 1997; SCOTT *et al.*, 2003). Os *backs* são atletas caracterizados por possuírem uma capacidade aeróbia bem desenvolvida e baixo percentual de gordura corporal, enquanto que os *forwards* são caracterizados por uma capacidade de produção de força acentuada, percentual de gordura alto e massa muscular bem desenvolvida (DACRES-MANNINGS, ROCHESTER & FRAIL, 2001).

O futsal assim como o futebol possui elevada intensidade, atividades acíclicas e também é intermitente, mas se destaca pela velocidade de corrida, resistência física, e ainda demanda níveis substanciais de força para chutes, arranques, mudanças rápidas de direção e desenvolvimento de piques de velocidade repetidos durante as ações dos jogos (BARBERO-ALVAREZ *et al.*, 2008; GOROSTIAGA *et al.*, 2009). Essas características e exigências podem ser explicadas pelo fato de que o futsal possui um número ilimitado de substituições, por isso, os níveis de intensidade durante a partida são extremamente elevados, sem decréscimo de desempenho durante o jogo (BARBERO-ALVAREZ *et al.*, 2002).

O handebol é conhecido por ser um esporte muito exaustivo e conseqüentemente os jogadores necessitam de níveis elevados de capacidades anaeróbias que determinam a potência muscular para alcançar velocidade de corrida rápida, saltos poderosos e uma eficiência para arremessar a bola (RANNOU *et al.*, 2001; ZIV & LIDOR, 2009). A capacidade aeróbia também é de suma importância para manter o alto nível de desempenho

dos atletas durante toda partida (GOROSTIAGA *et al.*, 2005; RANNOU *et al.*, 2001). Aproximadamente 90% da energia liberada durante um jogo de handebol é fornecida por mecanismos aeróbios, logo uma capacidade aeróbia melhorada se torna importante para uma recuperação mais rápida entre os esforços de alta intensidade durante o jogo (BUCHHEIT *et al.*, 2009; RANNOU *et al.*, 2001) e uma maior resistência à fadiga durante o treinamento e a competição (ZAPARTIDIS *et al.*, 2009).

A hipótese deste estudo é se o teste de corrida de 12 minutos de Cooper avalia tão bem a capacidade cardiorrespiratória quanto à metodologia direta. E se as modalidades esportivas praticadas em ambiente de campo e quadra apresentam desempenho aeróbio semelhante.

Atualmente, poucos estudos compararam diferentes protocolos que estimam o $VO_2\text{max}$, bem como os que comparam aos protocolos diretos, muitas vezes inacessíveis aos profissionais da área de educação física, esportes e saúde e que objetivam a diminuir o erro de prescrição da intensidade de treinamento (PESERICO *et al.*, 2011). E ainda, carece de estudos que analisem os métodos de predição de consumo máximo de oxigênio em função da especificidade da modalidade, ficando cada vez mais evidente a importância e a preocupação com uma preparação física apoiada em conceitos científicos, sendo que alguns parâmetros fisiológicos e antropométricos são essenciais para analisar e qualificar o nível de capacidade física dos atletas.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar a validade da estimativa do $VO_2\text{max}$ obtido pelo teste de Corrida de 12 minutos de Cooper, analisando se o teste é capaz de prever a potência aeróbia comparativamente ao teste direto em modalidades esportivas de campo e de quadra.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa caracteriza-se pela análise quantitativa exploratória do tipo descritiva.

A amostra foi por conveniência, composta por 73 atletas universitários (45 homens e 28 mulheres) das modalidades representativas de futebol, futsal, handebol e rúgbi da Universidade de Brasília – UnB, vinculados à Diretoria de Esporte, Arte e Cultura. No grupo Campo foram agrupadas as modalidades de futebol e rúgbi (24 homens e 11 mulheres) e o grupo Quadra por futsal e handebol (21 homens e 17 mulheres).

Todos concordaram em participar assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Saúde da Universidade de Brasília, registro nº CAAE: 03312312.6.0000.0030. Os participantes responderam ao questionário de estratificação do risco cardiovascular (PAR-Q) e foram incluídos no estudo aqueles que responderam negativamente a todos os itens, bem como participaram das duas avaliações, além de não terem apresentado lesões osteomioarticulares, estados virais ou gripe.

O questionário sociodemográfico, as mensurações antropométricas e o sorteio da ordem dos testes de Corrida de 12 minutos e da medida direta foram realizados no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da UnB. O intervalo mínimo entre os testes de capacidade aeróbia foi 48 horas e no máximo uma semana, no mesmo horário para as duas visitas.

Os dados foram coletados entre dezembro de 2015 e janeiro de 2016, período em que a umidade, temperatura e vento estão amenos na região. Os atletas foram orientados a ter de seis a oito horas de sono, não ingerir substâncias com cafeína no dia do teste e abstenção de álcool e atividade física de moderada a intensa por 24 horas antes dos testes. O controle alimentar não foi realizado. Os testes foram aplicados por três avaliadores devidamente treinados. Foi recomendada uma refeição leve uma hora antes do teste e que evitassem alimentos de difícil digestão.

Dados antropométricos

As medidas de estatura e massa corporal foram obtidas utilizando um estadiômetro de parede (Sanny, Brasil) com precisão de 0,1 cm e balança digital (Líder, Brasil) com precisão de 0,5 gramas, segundo o protocolo de ISAK (*Internacional Society for the Advancement Knanthropometry, 2001*).

A estimativa do percentual de gordura (%G) por dobras cutâneas seguiu o protocolo de Jackson & Pollock (1978). Os pontos para os homens foram do tríceps, subescapular, peitoral, axilar média, supra ilíaca, abdominal e coxa, e do tríceps, supra ilíaca, abdominal e coxa para mulheres. Foi utilizando o plicômetro Harpenden (John Bull, UK) com precisão de 0,2 mm. A estimativa da densidade corporal (DC) foi obtida pela equação de Jackson, Pollock & Ward (1980) para mulheres (SINNING & WILSON, 1984) e Jackson & Pollock (1978) para homens (SINNING *et al.*, 1985). O %G foi estimado pela equação de Siri (1961) para homens $[(495/DC) - 450]$ e para mulheres atletas $[(501/DC) - 457]$ (BROZEK, 1963).

Teste de Corrida 12 minutos (VO₂maxC)

O teste de Corrida de 12 minutos foi precedido por 5 minutos de alongamento e aquecimento livres, onde os voluntários foram orientados a não ouvir música ou usar relógio durante o teste e que deveriam percorrer a maior distância possível a uma velocidade que fosse possível manter a corrida dentro do tempo estipulado. O número de voltas completadas e a distância adicional percorrida no trecho da última volta foram registrados. Os testes foram realizados individualmente sem o acompanhamento ou a observação de outros atletas em pista de atletismo com piso de pó de brita medindo 400 metros (m).

O consumo máximo de oxigênio da corrida (VO₂maxC) expresso em mL(kg.min)⁻¹ foi estimado pela equação $(D - 504,1/44,79)$, onde D é a distância total percorrida (m) (COOPER, 1968).

Teste Ergoespirométrico (VO₂maxE)

A medida direta do VO₂max (VO₂maxE) foi obtida por teste ergoespirométrico em esteira rolante. A temperatura ambiente foi controlada entre 21 e 23°C. O VO₂max foi medido pelo analisador de gases expirados CórteX Metalyzer 3B (Micromed, Brasília, Brasil). A calibração seguiu a recomendação do fabricante. O protocolo consistiu na aferição da pressão arterial em repouso, registro de um minuto dos parâmetros ventilatórios e eletrocardiográficos na posição sentada. Em seguida, a familiarização à esteira (INBRASPORT Millennium ATL, Inbramed, Rio Grande do Sul, Brasil) por um a dois minutos e na sequência, foi iniciado o teste de rampa progressiva com inclinação constante de 3% e velocidade inicial de 4 a 5 km/h, conforme as características físicas, com duração máxima de 12 minutos e registro da percepção subjetiva do esforço pela escala de Borg. A recuperação correspondeu à 2,4 km/h e 2,5% de inclinação, sendo mantida até a redução da FC a 120 bpm. O VO₂max foi identificado por análise visual do platô no gráfico gerado ou pelo VO₂ pico caso não fosse garantido o VO₂max.

Análise estatística

Os dados foram analisados nos programas *Microsoft Office Excel* (Office 2016), *The R Project for Statistical Computing* (R) versão 3.3.1 e *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) versão 21.0 e baseado em Field (2009).

A normalidade da distribuição de dados foi testada para todas as variáveis (idade, estatura, massa corporal, IMC, %G, VO₂maxE e VO₂maxC) pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov* para o grupo Geral e por *Shapiro-Wilk* para os grupos Quadra e Campo.

A comparação de cada variável entre os grupos Campo e Quadra foi testada por teste *t* independente. E entre o VO₂maxE e VO₂maxC foi testada por teste *t* dependente.

A validação do teste de Corrida de 12 minutos foi testada pelo Coeficiente de Correlação de Pearson (*r*) com base na classificação de validação de testes de Safrit, (1981) e pela análise de concordância entre os métodos pela metodologia de Bland & Altman (ALTMAN & BLAND, 1983).

O nível de significância adotado para todos os testes foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

A normalidade da distribuição dos dados não foi encontrada para a idade, estatura e índice de massa corporal (IMC) no grupo Geral. No grupo Campo, a distribuição não normal foi verificada para a idade, índice de massa corporal (IMC) e percentual de gordura (%G) e no grupo Quadra, apenas a idade não foi normal (TABELA 1), portanto os dados foram apresentados em mediana e percentis (25° e 75°). Já o VO₂maxE e VO₂maxC apresentaram normalidade nos três grupos, assim os valores estão apresentados em média e desvio padrão (TABELA 2).

As características amostrais entre os grupos os Campo e Quadra não tiveram diferenças significativas em todas as variáveis, revelando a semelhança eles, apesar do grupo Quadra conter maior proporção de mulheres em relação ao grupo Campo. A proporção de mulheres nos grupos Geral, Campo e Quadra foram 38,4%, 31,4% e 44,7%, respectivamente. Apesar do grupo Campo ter apresentado maiores valores para a idade e estatura, e o grupo Quadra ter apresentado maiores valores para massa corporal, IMC e %G, não apresentaram diferença significativa. Em todos os grupos foi observado que o IMC foi eutrófico (TABELA 1).

TABELA 1: Caracterização da amostra por grupo.

	Geral n = 73	Campo n = 45	Quadra n = 38
Idade (anos)	21,0 (19,0-23,0)	22,0 (19,0-25,0)	21,0 (19,7-22,0)
Estatura (cm)	173,0 (164,5-180,4)	174,6 (164-180,1)	171,0 (164,5-180,6)
Massa Corporal (kg)	69,5 (58,9-79,1)	67,6 (60,3-77,4)	72,0 (58,1-84,0)
IMC (kg/m ²)	22,9 (21,5-25,3)	22,2 (21,1-24,4)	23,4 (21,5-26,1)
%G	15,6 (9,1-23,2)	14,2 (8,3-21,0)	17,9 (13,5-23,6)

%G: Percentual de gordura corporal, IMC: Índice de massa corporal, valores representados por mediana (25° - 75° percentil).

O VO₂maxE entre os grupos Campo e Quadra não foi significativo ($p = 0,19$), mostrando que a aptidão quando medida por ergoespirometria foi semelhante nestas condições. Porém, o VO₂maxC diferiu significativamente ($p = 0,02$), o que indica que o desempenho medido por meio do teste de corrida de 12 minutos foi diferente quando realizado por modalidades de Campo ou de Quadra.

A análise da validação da estimativa do VO₂max pelo teste de Corrida de 12 minutos abrange a classificação da Correlação de Pearson por Safrit (1981) e viés do método de Bland & Altman, e complementarmente pelo teste t dependente. Os resultados estão apresentados na TABELA 2.

TABELA 2: Aptidão cardiorrespiratória (VO₂max), correlação de Pearson (r) e viés da amostra (Geral) e subdivididos por grupos (Campo e Quadra).

	Geral n = 73	Campo n = 35	Quadra n = 38
VO ₂ maxE mL(kg.min) ⁻¹	44,9 ± 7,8	46,2 ± 9,7	43,8 ± 5,4
VO ₂ maxC mL(kg.min) ⁻¹	38,9 ± 9,5	41,7 ± 9,7	36,4 ± 8,5*
r	0,70	0,82	0,49
Viés	5,99#	4,50#	7,37#

Média ± desvio padrão; VO₂maxE: Aptidão cardiorrespiratória do teste ergoespirométrico; VO₂maxC: Aptidão cardiorrespiratória no teste de corrida de 12 minutos.; * = $p < 0,05$ para VO₂maxC por grupo; # = $p < 0,05$ para método de Bland & Altman.

A análise da distribuição gráfica de dispersão proposta por Bland & Altman, bem como da Correlação de Pearson entre os VO₂max para os dois testes está apresentada na

FIGURA 1 para o grupo Geral, na FIGURA 2 para o grupo Campo e na FIGURA 3 para o grupo Quadra.

As distribuições gráficas da Correlação de Pearson para os três grupos mostraram que o teste de Corrida de 12 minutos subestima a potência aeróbia (FIGURA 1a, 2a e 3a). E segundo Safrit (1981), a validade do teste foi classificada como BOA para o grupo Geral ($r = 0,70$), FRACA para Quadra ($r = 0,49$) e EXCELENTE para Campo ($r = 0,82$).

As dispersões dos gráficos de Bland & Altman e os vieses encontrados demonstram que os testes não foram concordantes para o grupo Geral, Campo e Quadra. Menores valores de viés e dispersões possuem uma melhor concordância em relação aos outros que possuem valores superiores (FIGURA 1b, 2b e 3b). Apesar disso, foi observado que o grupo Campo obteve menores valores de viés (4,5), apresentando maior concordância comparada ao grupo Quadra.

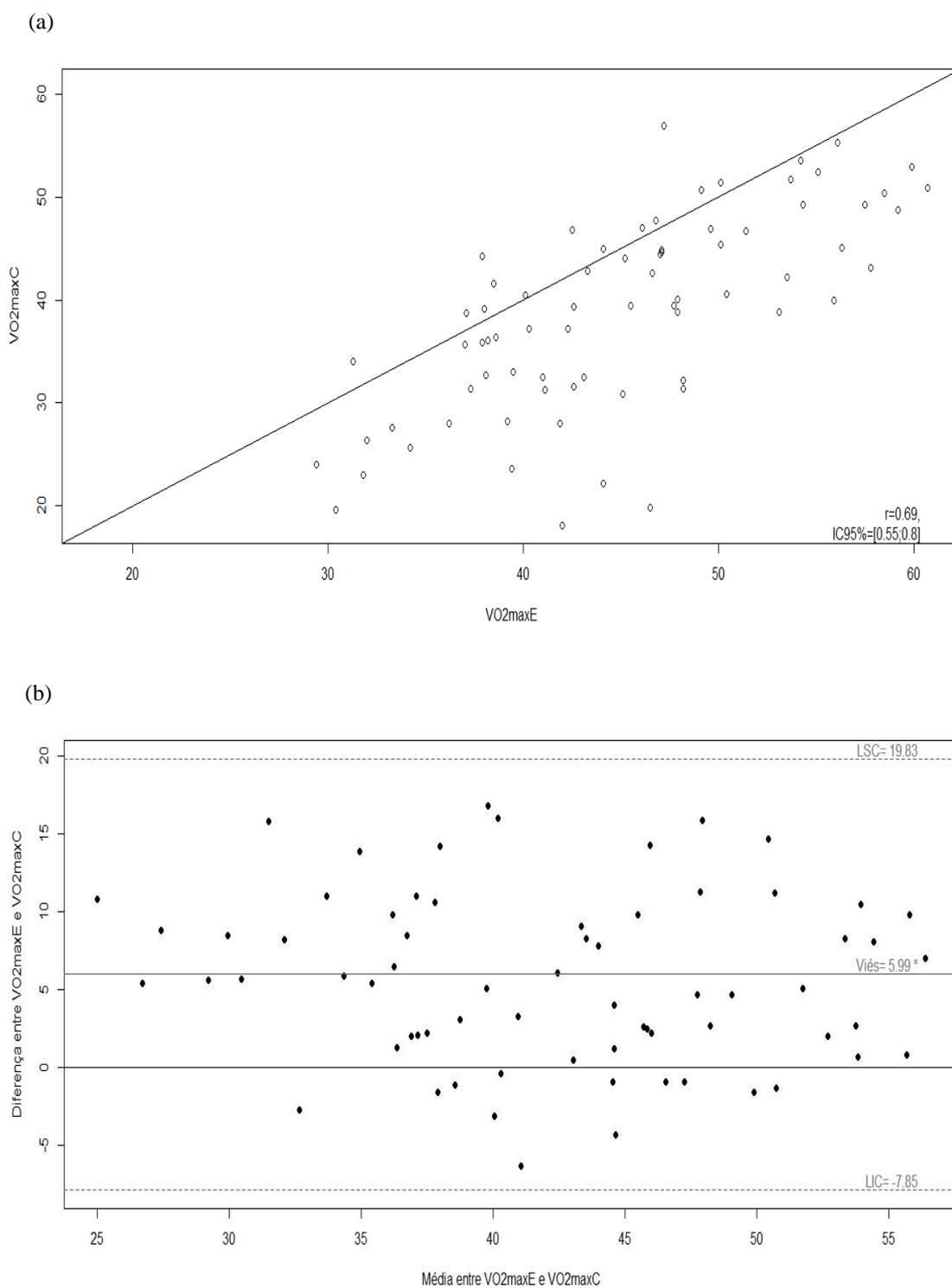


FIGURA 1: Dispersão do VO_2maxE e VO_2maxC (a) e a diferença entre as médias (b) do grupo GERAL (Campo + Quadra) (LSC: limite superior de concordância, LIC: limite inferior de concordância).

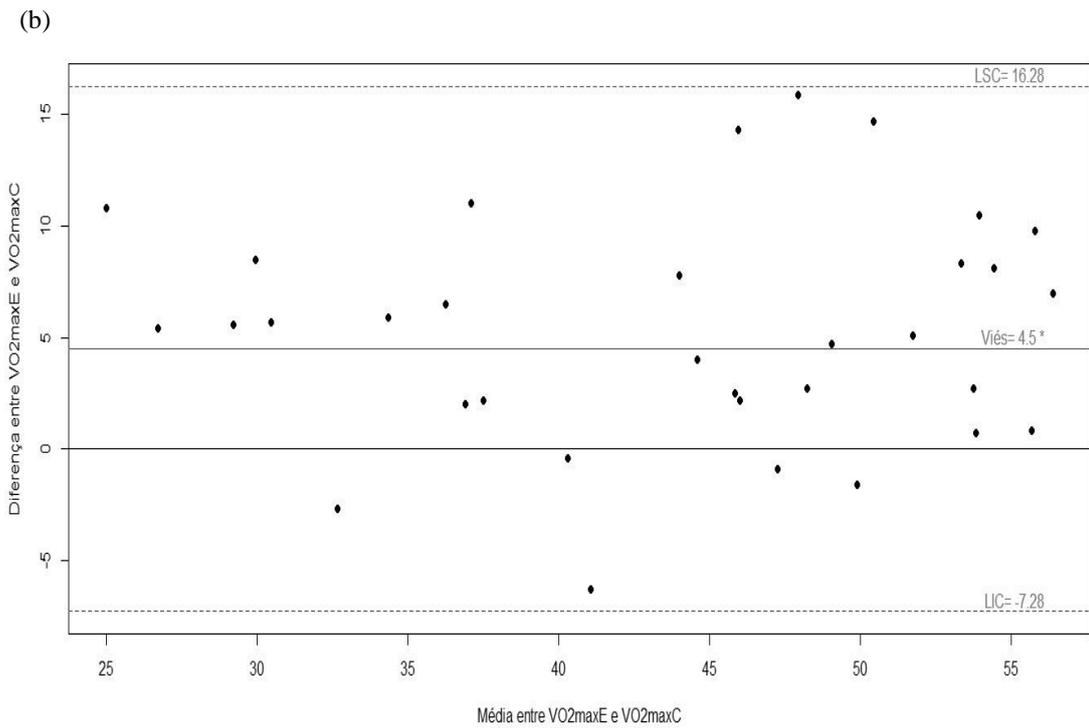
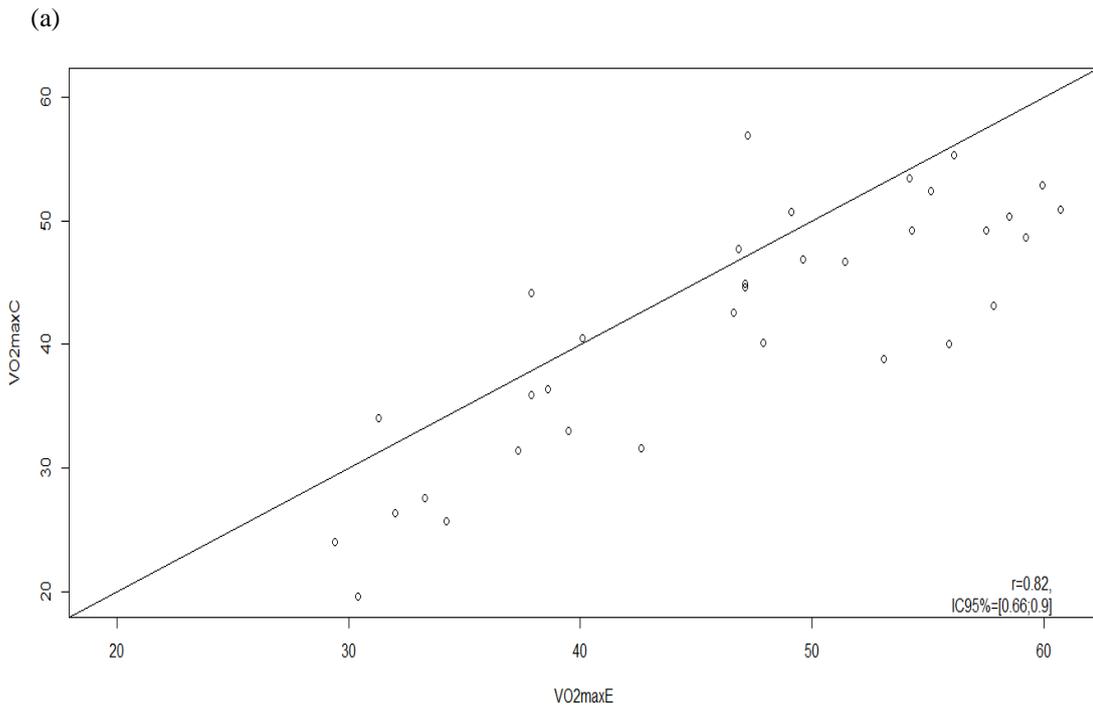


FIGURA 2: Dispersão do VO₂maxE e VO₂maxC (a) e a diferença entre as médias (b) do grupo CAMPO (LSC: limite superior de concordância, LIC: limite inferior de concordância).

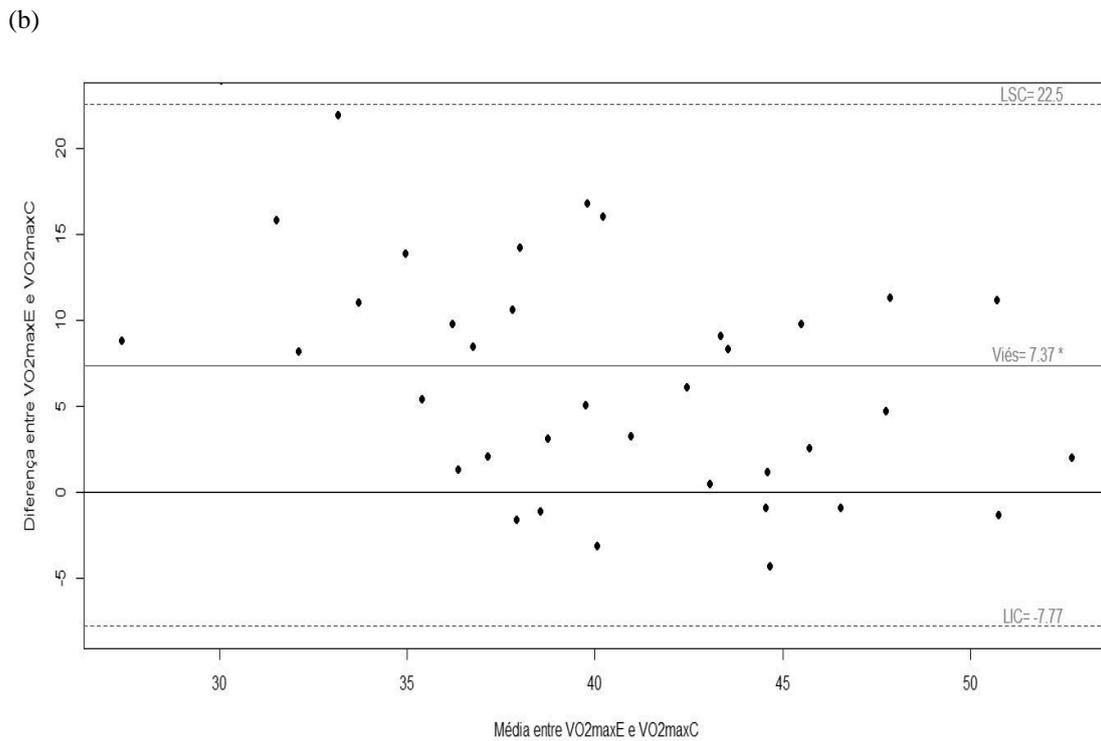
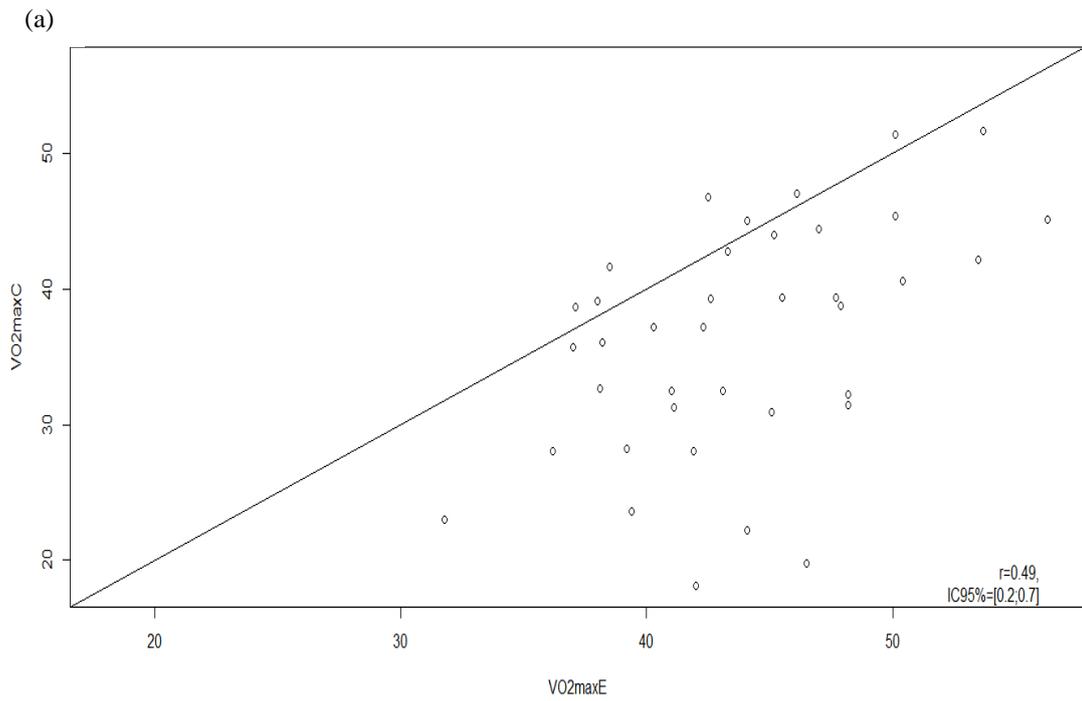


FIGURA 3: Dispersão do VO₂maxE e VO₂maxC (a) e a diferença entre as médias (b) do grupo QUADRA (LSC: limite superior de concordância, LIC: limite inferior de concordância).

DISCUSSÃO

Este estudo teve como propósito verificar a validade da estimativa do VO_2max realizada pelo teste de Corrida de 12 minutos e verificar se o teste é capaz de prever a potência aeróbia comparativamente ao teste direto em modalidades esportivas de campo e quadra.

Safrit (1981) classificou os parâmetros de seleção de testes em função da correlação encontrada e o grupo Geral e Quadra tiveram suas validades classificadas como BOA e FRACA, respectivamente. Somente o grupo Campo obteve validade EXCELENTE, revelando que o teste de Corrida de 12 minutos tem maior associação de validade para esse grupo.

O VO_2max que mais se aproximou ao método direto foi o do grupo Campo, porém, todos os valores de VO_2max obtidos pelo método indireto foram subestimados em todos os três grupos.

Os estudos seguintes apresentam a estimativa e correlação entre o teste de Corrida de 12 minutos e medida direta.

Grant *et al.* (1995), verificaram que o teste de campo apresentou alta correlação e valores superestimados em relação à medida direta do VO_2max em 22 homens adultos, praticantes de esporte ($r = 0,92$), diferentemente ao nosso estudo que foram inferiores e subestimados (Geral: $r = 0,69$; Campo: $r = 0,82$ e Quadra: $r = 0,49$). Valores subestimados também foram encontrados por Costa *et al.* (2007) e Kravchychyn *et al.* (2015) em intensidades a 50% e 85% do VO_2max em relação à medida direta, corroborando com este estudo que também encontrou resultados subestimados.

McCutcheon *et al.* (1990) encontrou uma alta correlação ($r = 0,84$) entre o VO_2max predito e a medida direta de 51,9 e 56,4 $\text{mL}(\text{kg}\cdot\text{min})^{-1}$ respectivamente, em 30 adultos jovens do ambos os sexos, com idade média de 25 anos. Entretanto, mesmo demonstrando alta correlação, foi observada uma diferença de -4,5 $\text{mL}(\text{kg}\cdot\text{min})^{-1}$ no VO_2max predito. Em nosso estudo também encontramos correlação semelhante para o grupo Campo ($r = 0,82$) e também a diferença média entre os testes foi subestimada [Geral: 6,0; Campo: 4,5 e Quadra: 7,4 $\text{mL}(\text{kg}\cdot\text{min})^{-1}$].

Contudo, apenas o uso da correlação de Pearson parece não ser suficiente para validar um teste de campo em determinada população, visto que os coeficientes de correlação indicam apenas a força da relação linear existente entre as duas medidas. Desse modo, não é

possível estabelecer a amplitude dos erros na estimativa do VO₂max nem analisar a existência ou não de concordância entre os valores gerados individualmente (FIELD, 2009).

Diante disso, a análise dos limites de concordância entre os métodos direto e indireto foi realizada para verificar a possibilidade de tendência da medida. De acordo com as informações apresentadas pela plotagem de Bland e Altman (FIGURAS 1b, 2b e 3b) a expectativa é que quando administrado dois testes que devem medir a mesma variável em diferentes situações (campo e quadra) é de que as diferenças médias dos resultados (viés) devem se aproximar do valor zero (média de dois grupos) e os limites extremos dos intervalos de confiança (95%) devem se aproximar ao máximo do viés, ou seja, o que se espera é que o viés esteja em um limite mais próximo de zero e sem diferença significativa (BLAND & ALTMAN, 1986; HIRAKATA, 2009).

Com base nessas informações, Batista *et al.* (2013), encontraram o viés de 0,4 entre a medida direta e o teste de Corrida de 12 minutos. Esse viés foi inferior aos achados neste estudo em todos os grupos (Geral: 5,9; Campo: 4,5 e Quadra: 7,4). O viés de 8,5 foi encontrado por Kobayashi *et al.* (2016) na comparação do VO₂max entre os métodos, em 59 atletas universitários, demonstrando que os testes não foram tão concordantes, apesar da correlação de 0,74, considerada boa para validação.

Pelo método de Bland & Altman, as dispersões dos dados encontradas demonstram que os testes não foram tão concordantes para todos os grupos. Menores diferenças entre os Limites Superior (LSC) e Inferior (LIC) de Concordância e os menores valores de viés possuem uma melhor concordância em relação aos outros. Assim, o grupo Campo registrou menores valores (diferença entre LSC e LIC = 9; Viés = 4,50) apresentando assim maior concordância em relação ao grupo Geral (diferença entre LSC e LIC = 11,98; Viés = 5,99) e Quadra (diferença entre LSC e LIC = 14,73; Viés = 7,37).

Se faz necessário uma observação quanto aos nossos resultados que possivelmente sofreram influência do número amostral relativamente pequeno como os do grupo Campo (n = 35) e Quadra (n = 38) para esse tipo de análise de validade. Resultados mais consistentes são esperados em *n* amostral de no mínimo 100 (BLAND & ALTMAN, 1999).

A diferença no VO₂max dos praticantes de modalidades de campo e quadra podem possivelmente ser explicadas pelas exigências físicas que o ambiente e a especificidade do treinamento exigem.

As modalidades de campo utilizam espaços amplos, a maioria das ações dos jogos são de natureza aeróbia e as poucas ações restantes que são de origem anaeróbia são de alta intensidade, tornando-se importante o desenvolvimento harmônico entre os metabolismos

aeróbio e anaeróbio. No ambiente dos esportes desenvolvidos em quadra o espaço é relativamente pequeno e as ações são mais limitadas exigindo uma elevada intensidade de esforço físico e maior potência anaeróbia. Entretanto, a maior parte da energia liberada será fornecida pelo metabolismo aeróbio durante a recuperação do metabolismo anaeróbio.

Sabe-se que essa via metabólica aeróbia é a responsável por fornecer a maior parte de energia utilizada para a fosforilação oxidativa, por meio dos macronutrientes (carboidrato, lipídios e proteínas) produzindo energia a longo prazo e possibilitando a transferência de energia quando se trata de exercício intenso e de longa duração.

Quando falamos de exigência aeróbia, é necessário lembrar que a recuperação do exercício também é de extrema importância, pois o indivíduo não irá retornar imediatamente ao estado de repouso. A recuperação é exatamente essa transição das funções corporais durante e após o exercício voltando ao nível de repouso prévio ao exercício. A recuperação pode ser ativa ou passiva, porém a velocidade de recuperação vai depender dos processos metabólicos e fisiológicos de cada indivíduo. Mas, quando se trata de exercícios aeróbios é necessário lembrar que um período maior de recuperação é essencial, tendo como consequência um maior débito de oxigênio. Assim, aumenta-se o tempo de recuperação, fazendo com que a demanda de consumo na recuperação ultrapasse o consumo durante o exercício (MCARDLE, KATCH & KATCH, 2011).

Então as modalidades de campo exigirão mais do metabolismo aeróbio devido às exigências físicas demandadas. Portanto, podemos inferir que as modalidades de campo requerem um $VO_2\text{max}$ maior em relação as modalidades de quadra, devido a utilização mais vigorosa do metabolismo aeróbio nos exercícios mais intensos e duradouros, embora as ações realizadas durante o metabolismo anaeróbio também sejam determinantes para o desempenho. E mesmo com maior requisição do metabolismo aeróbio no ambiente de quadra, as ações realizadas exigem mais do metabolismo anaeróbio, já que as atividades são de alta intensidade, porém de curta duração e a via aeróbia é mais utilizada para a recuperação, desse modo, seus valores são menores que nas modalidades de campo.

Alguns fatores também devem ser considerados na avaliação do $VO_2\text{max}$, uma vez que estas condições podem vir a influenciar os valores na comparação inter e/ou intra grupos. Entre eles, os fatores genéticos e ambientais que possivelmente estabelecem limites para cada indivíduo (WILLMORE & COSTILL, 2001).

A influência da idade e do sexo sobre o $VO_2\text{max}$ é diferente quando este é expresso em valores relativos à massa corporal, geralmente os homens são mais ativos e possuem maior volume de massa muscular, assim como, membros maiores que vem a contribuir para

essa diferença, que foi observada em alguns estudos (ARMSTRONG & WELSMAN, 1994; KRAHENBUHL *et al.*, 1985)

O treinamento é outro fator que pode aumentar o $VO_2\text{max}$ de 4% a 93%, quando considerado o $VO_2\text{max}$ expresso em valores relativos a massa corporal, pode-se verificar um aumento entre 20% e 40% acompanhado de redução de percentual de gordura durante um programa de treinamento (POLLOCK, 1973; MATSUDO & VICTOR, 2007). Deve-se considerar que as adaptações fisiológicas são altamente específicas para o tipo de atividade realizada, normalmente os maiores valores de $VO_2\text{max}$ são associados a quantidade de massa muscular envolvida no exercício (BOMPA, 2001).

Pensando ainda no treinamento, duas hipóteses consideram outros dois fatores limitantes de $VO_2\text{max}$. A teoria da limitação central que é baseada nas adaptações cardiovasculares do treinamento, que são acompanhadas do aumento do $VO_2\text{max}$, que proporciona um aumento da oferta de oxigênio para os músculos. Tal condição é determinada principalmente pelo aumento do volume sistólico. E a teoria da limitação periférica tem como base a fato de que o $VO_2\text{max}$ é influenciado pelo potencial oxidativo das fibras musculares, ou seja, pela concentração das enzimas oxidativas e também pelo número e tamanho das mitocôndrias (DENADAI, 1995; WAGNER, 1995).

Mas devemos considerar que o grupo Quadra apresentou percentual de mulheres é maior que o de Campo, sendo uma limitação do estudo que interfere diretamente nos resultados, já que as mulheres possuem diferenças fisiológicas significantes quando comparado aos homens.

As mulheres de forma geral apresentam percentual de gordura maiores que os homens, o que interfere no desempenho, na medida em que a sobrecarga é de massa gorda e não de tecido muscular que é o efector do movimento. Os homens possuem mais glóbulos vermelhos no sangue, que são as células que transportam oxigênio para os músculos e demais tecidos do corpo, desta forma a sua capacidade cardiorrespiratória sempre será superior, além disso o hormônio testosterona, em maior quantidade nos homens, promove uma maior síntese de proteínas nos músculos aumentando a massa muscular e conseqüentemente o desempenho. Em relação à composição das fibras musculares, não existem diferenças significativas entre os sexos. Mas em relação à força, a mulher apresenta menor força máxima devido à essa menor quantidade de massa muscular (WEINECK, 2005).

Podemos observar também que as condições cardiovasculares e respiratórias das mulheres são menores que no homem, em termos absolutos e/ou relativos. O coração da mulher é menor que o do homem. Desta forma a quantidade de sangue total no corpo

feminino (3,8 litros) é menor que no masculino (5 litros). Em razão dessa menor quantidade de sangue, a mulher necessita em exercício ajustar a necessidade de oxigênio por meio do aumento da frequência cardíaca. As vias respiratórias são menores em tamanho e em peso, o consumo e utilização de oxigênio na mulher também é menor, devido à menor quantidade de massa muscular e a menor capilarização da musculatura feminina. A produção de energia pelas vias oxidativas na mulher apresentam menores quantidades e tamanhos de mitocôndrias, podendo explicar a menor capacidade aeróbia (WEINECK, 2005).

As diferenças entre homens e mulheres em relação ao VO_{2max} podem ser vistas até mesmo na classificação da aptidão cardiorrespiratória proposta por Cooper, que classifica de acordo com o sexo. Para ilustrar essas diferenças fisiológicas podemos notar que a classificação excelente da faixa etária de 20 a 29 anos em homens é de 46,5 a 52,4 $mL(kg.min)^{-1}$ e nas mulheres 37,0 a 40,9 $mL(kg.min)^{-1}$. É notável a diferença de 9,5 a 11,5 $mL(kg.min)^{-1}$ entre os valores de classificação (COOPER, 1982).

Portanto, a aplicação do teste de Corrida de 12 minutos deve ser utilizada com critério, avaliando-se a especificidade das modalidades esportivas antes de selecionar um teste de predição da potência aeróbia.

CONCLUSÃO

Os atletas das modalidades de Campo (futebol e rúgbi) e Quadra (futsal e handebol) apresentaram valores estatisticamente similares quanto à massa corporal, estatura e %G, mostrando que as diferentes proporções de mulheres entre os grupos não interferiram nos resultados de VO_{2max} .

A validade do teste de Corrida de 12 minutos não foi encontrada em nenhum dos grupos porque nenhum dos critérios dos métodos foi atendido, porém o grupo que proporcionou melhor correlação para validade foi o grupo Campo. Ainda, o teste apresentou resultados de VO_{2max} subestimados em todos os grupos analisados.

Dessa forma, os resultados do presente estudo demonstraram que, apesar do uso do teste de Corrida de 12 minutos em diversos esportes, a sua aplicação é mais eficaz em modalidades de campo, já que existe uma predominância do metabolismo aeróbio e maior transferência ambiental. Então com base nestes resultados, sugere-se a necessidade de uma

melhor escolha de método de avaliação da capacidade cardiorrespiratória de acordo com a modalidade praticada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALTMAN, D. G.; BLAND, J. M. Measurement in Medicine: The analysis of method comparison studies. **Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician)**. 1983;32(3):307-17.
2. ARMSTRONG N.; WELSMAN J. R. Assessment and Interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 22, p. 435-476,1994.10.
3. ATTERHOG, J. H.; JONSSON, B.; SAMUELSSON, R. Exercise testing: a prospective study of complication rates. **Am Heart J** 1979;98(5):572-9.
4. BARBERO-ÁLVAREZ, J.; GIMENEZ, L.; CORONA, P.; MANONELLES, P. Necesidades cardiovasculares y metabólicas del fútbol-sala: análisis de la competición. **Apunts: Educación física y deportes**, Barcelona, n. 67, p. 45-53, 2002.
5. BARBERO-ÁLVAREZ, J. C.; SOTO, V. M.; BARBERO-ÁLVAREZ, V.; GRANDA-VERA, J. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 26, n. 1, p. 63-73, 2008.
6. BASSET, J. R.; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Med Sci Sports Exerc.** 2000;32(1):70-84.
7. BEAN, A. **O guia completo de treinamento de força**. 1. ed. São Paulo: Brasileira, 1999.
8. BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Measurement agreement in method comparison studies. **Statistical Methods in Medical Research** 1999; 8: 135-160.
9. BOMPA, T. O. **Treinamento Total Para Jovens Campeões**. Barueri: Manole, 2002.
10. BORG, G. **Escalas de Borg para a Dor e o Esforço Percebido**. São Paulo: Manole; 2000.
11. BOUCHARD, C.; DIONNE, F. T.; SIMONEAU, J. A.; BOULAY, M. R. Genetics of aerobic and anaerobic performances. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v.20, p.2758,1992.

12. BROZEK, J.; ANDERSON, J.T.; KEYS, A. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. **Ann. N. Y. Acad. Sci.**, (110), 113-140, 1963.
13. DACRES-MANNINGS, S.; ROCHESTER, S.; FRAIL, H. **Anthropometric profiles of Australian Rugby Institute, Club, and State Level Rugby Union Players**, 2001.
14. CAPUTO, F.; OLIVEIRA, M. F. M.; GRECO, C. C.; DENADAI, B. S. Exercício aeróbio: Aspectos bioenergéticos, ajustes fisiológicos, fadiga e índices de desempenho. **Rev Bras Cineantropometria Desempenho Hum.** 2009;11(1):94-102.
15. CHESKIN, M.; ECKLES, R.; FULLEM, B; MOORE, J; SPLICHAL, E.; JÚNIOR, D. R. How to recommend the Proper Athletic Footwear. **Podiatry Management.** pp. 91-102, Outubro, 2015.
16. COOPER, K. H. A means of assessing maximal oxygen intake. Correlation between field and treadmill testing. **JAMA.** 1968;203(3):201-4.
17. COSTA, E. C.; GUERRA L. M. M.; GUERRA, F. E. F.; NUNES, N.; PONTES JÚNIOR, F. L. Validade da medida do consumo máximo de oxigênio e prescrição de intensidade de treinamento aeróbico preditos pelo teste de Cooper de 12 minutos em jovens sedentários. **RBPFEEX.** 2007;1(4):32-9.
18. DENADAI, B. S. Consumo máximo de oxigênio: Fatores determinantes e limitantes. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde.** V. 1, n.1, pag. 85-94, 1995.
19. EKBLUM, B. Applied physiology of soccer. **Sports Medicine**, Auckland. Vol. 3. Num. 1. 1986. p. 50-60.
20. FIELD, A. **Descobrimos a estatística utilizando o SPSS.** 2.^a edição. Editora: Artmed.
21. FOSS M. L. & STEVEN J. K. **Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte.** 6.ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2000.
22. GOROSTIAGA, E. M.; GRANADOS, C., IBANEZ, J.; IZQUERDO, M. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. **International Journal of Sports Medicine**, 26, 225 – 232. PMID: 15776339, 2005.
23. GOROSTIAGA, E. M.; LLODIO, I.; IBÁÑEZ, J.; GRANADOS, C.; NAVARRO, I.; RUESTA, M.; BONNABAU, H.; IZQUIERDO, M. Differences in physical fitness among indoor and outdoor elite male soccer players. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 106, n. 4, p. 483–491, 2009.
24. GRANT, S.; CORBETT, K.; AMJAD, A. M.; WILSON, J.; AITCHISON, T. A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake. **Br J Sports Med** 29:147-152,1995.

25. GUIMARÃES, J. I.; STEIN, R.; VILAS-BOAS, F. Normatização de técnicas e equipamentos para realização de exames em ergometria e ergoespirometria. **Arq Bras Cardiol.** 2003; 80:458-64.
26. JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **Br J Nutr.** Vol. 40. Num. 3. 1978. p. 497-504.
27. JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L.; WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. **Med Sci Sports Exerc**, V.12, n.3 p. 175-182, 1980.
28. KRAHENBUHL, G. S.; SKINNER, J. S.; KOHRT, W. M. Developmental aspects of maximal aerobic power in children. **Exercise and Sport Sciences Reviews.** V. 13, p. 503-538, 1985.
29. KRAVCHYCHYN, A. C. P.; ALVES, J. C. C.; KRAVCHYCHYN, T. P.; NOGUEIRA, G. A; MACHADO, F. A. Comparação entre os métodos direto e indireto de determinação do VO₂máx de praticantes de corrida. **Rev Bras Med Esporte** – Vol. 21, Nº 1 – Jan/Fev, 2015.
30. MARFELL-JONES, M. J.; STEWART, A. D.; RIDDER, J. H. **International standards for anthropometric assessment.** Wellington, New Zealand: International Society for the Advancement of Kinanthropometry (2001).
31. McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.** 7.ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2011.
32. McCUTCHEON, M. C.; STICHA, S. A.; GIESE, M. D.; NAGLE, F. J. A further analysis of the twelve minutes run prediction of maximal aerobic power. **Res Q Exerc Sport** 61:280- - 283. (1990).
33. MAHSEREDJIAN, F.; BARROS NETO, T. L.; TEBEXRENI, A. S. Estudo comparativo de métodos para a predição do consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbio em atletas. **Rev Bras Med Esporte.** 1999;5(5):167-72.
34. MATSUDO, S. M. M.; VICTOR, K. R. M. **Atividade Física e Obesidade: Prevenção e Tratamento.** Atheneu: São Paulo. 1 Edição, 2007.
35. PERRELLA, M. M.; NORIYUKI, P. S.; ROSSI, L. Avaliação da perda hídrica durante treino intenso de rugby. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v.11, n.4, p 229-32, 2005.
36. PESERICO, C. S.; MEZZAROBA, P. V.; NOGUEIRA, G. A.; MORAES, S. M. F.; MACHADO, F. A. Comparação entre os métodos direto e indireto de determinação do

consumo máximo de oxigênio em mulheres corredoras. **Rev Bras Med Esporte.** 2011;17(4):270-3.

37. POLLOCK M. L. Quantification of endurance training programs. **Exercise and Sports Sciences Reviews.** V.1, p.155-188, 1973.12

38. RANNOU, F.; PRIOUX, J.; ZOUHAL, H.; GRATAS – DELAMARCHE, A; DELAMARCHE, P. Physiological profile of handball players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 41, 349 – 353. PMID: 11533566, 2001.

39. SAFRIT, M. J. **Evaluation in Physical Education.** 2. Ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1981.

40. SANTOS, T. M.; VIANA, B. F.; SÁ FILHO, A. Reprodutibilidade do VO₂máx estimado na corrida pela frequência cardíaca e consumo de oxigênio de reserva. **Rev Bras Educ Fís Esporte.** 2012;26(1):29-36.

41. SCOTT, A. C.; ROE, N.; COATS, A. J.; PIEPOLI, M. F. Aerobic exercise physiology in a professional Rugby Union Team. **International Journal of Cardiology**, Angla, v.87, n.2-3, p.173-7, 2003.

42. SILVA, P.; ROMANO, A.; TEIXEIRA, A.; VISCONTI, A.; ROXO, A.; MACHADO, A.; VIDAL, J.; INARRA, L. A importância do limiar anaeróbico e do consumo máximo de oxigênio em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte.** Vol. 5. p. 225-232,1999.

43. SINNING, W.E.; DOLNY, D.G.; LITTLE, K.D.; CUNNINGHAM, L.N.; RACANIELLO, A.; SICONOLFI, S.E.; SHOLES, J.L. Validity of "generalized" equations for body composition analysis in male athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.17, n.1. p. 124-130, 1985.

44. SINNING W. E.; WILSON J. R. Validity of "generalized" equations for body composition analysis in women athletes. **Med Sci Sports Exerc**, v.55, n.2 p.153-160, 1984.

45. SIRI, W. E. Body composition from fluid space and density. In J. Brozek & Hanschel, A.(Eds.). **Techniques for measuring body composition.** Washington, D.C.; National Academy of Science. p.223-224, 1961.

46. WAGNER P. D. Muscle O₂ transport and O₂ dependent control of metabolism. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** V. 27, p. 47-53, 1995.WEINECK, J. **Biologia do Esporte.** 7ª Barueri: Manole, 2005.

47. WILLMORE J. H., COSTILL D. L. **Fisiologia do Esporte e Exercício.** 4ed. Barueri: Manole, 2001.

48. YAZBEK J. R.; CARVALHO, R.; SABBAG, L.; BATTISTELLA, L. Ergoespirometria. Metodologia e interpretação. **Arq Bras Cardiol**. Volume 71, Num. 5, 1998.
49. ZAPARTIDIS, I.; VARELTZIS, I.; GOUVALI, M.; KOROROS, P. Physical fitness and anthropometric characteristics in different levels of young team handball players. **The Open Sports Sciences Journal**, 2, 22 – 28, 2009.
50. ZIV, G.; LIDOR, R. Physical characteristics, physiological attributes, and on-court performances of handball players: A review. **European Journal of Sport Science**, 9, 375 – 386. DOI: 10.1080/17461390903038470, 2009.