

**DOSSIÊ ATIVIDADE FÍSICA RELACIONADA À SAÚDE****COMPARAÇÃO DE TESTES INDIRETOS DE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO  
CARDIORRESPIRATÓRIA COM A ERGOESPIROMETRIA***Comparison between indirect tests of cardiopulmonary fitness assessment  
and ergospirometry*

**Edilson Hobold<sup>1</sup>, Lírio Levandoski Junior<sup>1</sup>, Fernando de Souza Campos<sup>1</sup>,  
Lucinar Jupir Forner Flores<sup>1</sup>, Miguel de Arruda<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

<sup>2</sup>Universidade de Campinas (UNICAMP)

**Resumo:** O presente estudo teve como objetivo comparar três testes indiretos de avaliação da aptidão cardiorrespiratória com o teste direto de análise de gases em adolescentes escolares do sexo masculino entre 13 e 14 anos. A amostra foi composta por 15 garotos de 13,5±1,03 anos. Utilizou-se a estatística descritiva (média e desvio padrão), além da correlação linear de Pearson (r) e teste “t” de Student para dados pareados, adotando dois níveis de significância p<0,05 e p<0,01. Os resultados apontaram uma correlação forte (r=0,78) para o teste de “vai-e-vem” de 20 metros, apresentando valores estatisticamente significativos (t=-0,843, p<0,01). No teste de uma milha observou-se uma correlação moderada (r=0,62; t =2,164; p<0,05). Já no teste de Cooper se observou uma correlação fraca (r=0,44; t=3,181; p>0,05). Estes resultados parecem evidenciar que o teste de “vai-e-vem” de 20 metros foi o teste mais preciso para avaliar indiretamente a aptidão cardiorrespiratória na faixa etária de 13 e 14 anos neste estudo

**Palavras-chave:** Aptidão cardiorrespiratória; Ergoespirometria; Testes indiretos.

**Abstract:** The present study had as objective to compare three indirect tests of evaluation of the cardiorespiratory fitness with the direct test of gas analysis in male adolescents between 13 and 14 years old with mean (13.52±1.03). The sample was composed for 15 boys. It was used descriptive statistics, linear correlation of Pearson (r) and test “t” of Student for par data, adopting two levels of significance p<0.05 and p<0.01. The results had pointed a high correlation (r=0.78) to the 20m shuttle run test, presenting significative values (t=-0.843; p<0.01). A moderate correlation (r=0.62) for the one mile test, presenting similar values (t=2.164, p<0.05). Already of Cooper test observed a moderate low correlation (r=0.44), however without significance statistics and with different values (t=3.181; p>0.05). This, it seems to be evidenced that the 20m shuttle run test was more precise to evaluate the maximum consumption of oxygen in the ages of 13 and 14 years this study.

**Keywords:** Cardiorespiratory fitness; Ergospirometry, Indirect tests.

## 1 INTRODUÇÃO

A aptidão cardiorrespiratória é uma medida que melhor representa quantitativa e qualitativamente a capacidade funcional do indivíduo em relação ao exercício físico, e habilidade de regulação das necessidades energéticas que cada intensidade demanda para sua realização (DENADAI, 1996; LAURENTINO; PELLEGRINOTI, 2003). Dentro desta perspectiva, a aptidão cardiorrespiratória é um critério essencial para agregar valores ao desempenho aeróbio (BARROS et al., 1997).

Segundo PEREIRA et al. (2010), a avaliação da aptidão cardiorrespiratória por meio do  $VO_2$ max vem sendo utilizada como forma de prever fatores de riscos relacionados à saúde. Fletcher et al. (2001) definem o  $VO_2$ max como sendo o maior volume de oxigênio por unidade de tempo que o indivíduo pode captar, transportar e utilizar a nível celular.

A aptidão cardiorrespiratória está estreitamente ligada ao rendimento esportivo (prescrição de treinamentos visando o desempenho), e à prescrição de exercícios para a prevenção e reabilitação das doenças crônicas degenerativas, é reconhecida como um facilitador importante da aptidão global relacionada à saúde, pois consiste da resistência ao exercício submáximo, da potência aeróbia máxima, das funções pulmonares e cardíacas e da pressão arterial (TRITSCHLER, 2003).

Dentro das avaliações da aptidão cardiorrespiratória existem dois métodos propostos, o método direto e indireto de prever a capacidade aeróbia. O método direto é conceituado como *gold standard* (padrão ouro), desenvolvido através de um teste ergoespirométrico, com protocolo de cargas crescentes, sendo aferidos através de um analisador de gases, as frações expiradas de oxigênio ( $O_2$ ) e dióxido de carbono ( $CO_2$ ) durante o protocolo, avaliando assim, com precisão a capacidade cardiorrespiratória e metabólica (DIAZ et al., 2000; RONDON et al., 1998). Contudo, este teste apresenta um alto custo financeiro, necessita equipamentos sofisticados, laboratórios de avaliação, e mão de obra especializada. Por estes motivos, se têm proposto métodos de determinação indireta da aptidão cardiorrespiratória, principalmente na população de crianças e adolescentes (ACSM, 2000; DUARTE; DUARTE, 2001).

Já o método indireto de determinação do  $VO_2$ max tem sua aplicação facilitada, mas sua fidedignidade muitas vezes é questionada levando em consideração suas variáveis fisiológicas e equações matemáticas que cada protocolo disponibiliza (DIAZ et al., 2000). Outros fatores relevantes são considerados, como: fácil aplicação, custo reduzido, condições de teste que podem ser colocadas próximas a especificidade da modalidade (DIAZ et al., 2000; McARDLE et al., 1981). Existem diversos testes indiretos de fácil aplicação para avaliação da aptidão cardiorrespiratória (BANGSBO et al., 2008; CARMINATTI et al., 2004; COOPER INSTITUTE FOR AEROBICS RESEARCH, 1999) que são baseados em cálculos matemáticos, tempo de corrida, distância percorrida no teste, e também algumas especificidades quanto a sexo e faixa etária. Entretanto, estudos mostram que protocolos indiretos podem subestimar ou superestimar o valor real do  $VO_2$ max afetando a forma de os dados serem analisados (GUIMARAES et al., 2003; MAHSEREDJIAN et al., 1999; PESERICO et al., 2011).

A ACSM (1991) propôs formulas para a avaliação da aptidão cardiorrespiratória como método indireto através da velocidade e inclinação da esteira rolante, porém, estudos comprovaram que este método possui equívocos quando comparados com método direto, em alguns casos, apresentando valores superestimados ao método direto (RONDON et al., 1998; SANTOS, 2007).

Contudo, os estudos que abordam essa temática são relacionados a rendimento esportivo, homens adultos fisicamente ativos, mulheres corredoras, enfim, fazendo com que exista uma carência nos estudos recentes voltados a avaliação da aptidão cardiorrespiratória entre os métodos diretos e indiretos com adolescentes. Desta forma, os protocolos indiretos que normalmente são utilizados em laboratórios se mostram inapropriados e de difícil aplicação devido a equipamentos, para determinação da aptidão cardiorrespiratória nesta população. Assim sendo, este estudo teve como objetivo comparar três testes indiretos de avaliação da aptidão cardiorrespiratória com o teste direto de análise de gases em adolescentes escolares do sexo masculino entre 13 e 14 anos.

## 2 METODOLOGIA

Neste estudo, a amostra constituiu-se de 15 alunos do sexo masculino, com idades entre 13 e 14 anos ( $13,52 \pm 1,03$ ), todos estudantes de escolas do município de Marechal Cândido Rondon-PR, selecionados por

conveniência entre estudantes não atletas. Os critérios de exclusão foram: apresentação de patologias ou similares; não entrega do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, devidamente assinado pelo pai ou responsável legal; e não comparecimento nas etapas de coleta de dados. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, mediante o Parecer 077/2002, acompanhando a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Para coleta dos dados referente à estatura e massa corporal, foi utilizado o protocolo proposto por Gordon et al. (1991). A medida de estatura foi realizada utilizando um estadiômetro padrão, com escala de 0,1 centímetro. A medida de massa corporal foi coletada utilizando uma balança eletrônica da marca Toledo, com carga máxima de 150 quilos e intervalo de medida de 50 gramas.

Para a coleta dos dados das variáveis de composição corporal (espessura das dobras cutâneas - tricipital e subescapular), foi utilizado um compasso específico (adipômetro) da marca Sanny, com escalas de 0,1mm e pressão constante aproximada de 10g/mm<sup>2</sup> independente de sua abertura. As medidas foram realizadas com base no protocolo proposto por Harrison et al. (1991). Para o cálculo do percentual de gordura (%G), foi utilizada a fórmula sugerida por Lohman (1986). Esta equação é própria para crianças e adolescentes de 7 a 17 anos de idade, levando em consideração a idade e o sexo.

Para o teste de maturação sexual foi utilizado o método de autoavaliação da maturação sexual. Para isto, utilizaram-se as fotografias dos estágios de desenvolvimento da pilosidade pubiana dos rapazes estabelecidas por Tanner (1962). A legitimidade da autoavaliação da maturação sexual masculina já foi realizada por Martin et al. (2001) e os resultados apontam que os adolescentes são capazes de realizarem a avaliação precisa de seu próprio estágio de desenvolvimento de acordo com os estágios apresentados por desenhos ou fotos, sendo que a autoavaliação da pilosidade pubiana mostrou-se mais eficaz.

Iuliano et al. (2004) também defendem que a auto avaliação constitui alternativa eficiente para a determinação do estágio de maturação sexual, e que esse procedimento foi validado em diversos grupos de adolescentes norte-americanos, franceses e brasileiros (DUARTE, 1993), mostrando altos coeficientes de concordância entre auto avaliação e a avaliação realizada por profissional especializado.

Para o teste ergoespirométrico foi utilizado um analisador de gases metabólicos da marca *MedGraphs*, modelo VO2000, autocalibrável, compacto e leve, projetado para operar via computador, uma esteira ergométrica da marca Ecafix, modelo 750X, e um frequencímetro da marca POLAR, modelo FS2.

O protocolo utilizado para este teste foi um protocolo incremental e estruturado (Tabela 1) visando gerar uma maior adaptação à esteira, já que os testes foram realizados com adolescentes que geralmente possuem pouca habilidade motora devido à falta de prática com o equipamento. O teste foi interrompido quando o avaliado declarava, através de gestos, ter chegado ao seu máximo rendimento; quando a frequência cardíaca ultrapassasse os 95% da frequência cardíaca máxima ou quando o VO<sub>2</sub> demonstrava um platô (estabilidade).

**Tabela 1.** Estrutura do protocolo incremental utilizado para a mensuração do VO<sub>2</sub>max de forma direta, obedecendo as orientações da Sociedade Brasileira de Cardiologia (2010).

Velocidade (km/h)	Tempo (min)	Finalidade
04	02	Adaptação / Aquecimento
05	02	Adaptação / Aquecimento
06	02	Adaptação / Aquecimento
07	02	Teste máximo
08	02	Teste máximo
09	02	Teste máximo
10	01	Teste máximo
11	01	Teste máximo
12	01	Teste máximo

Para a realização do “vai-e-vem” de 20m, foi necessário demarcar duas linhas paralelas, distantes 20m uma

da outra em uma quadra. Foram utilizados cones para melhor visualização das linhas. Um aparelho de som e CD com as instruções e protocolo de aplicação do teste foram utilizados. Este teste é composto por múltiplos estágios, que duram em torno de um minuto cada, marcados por um sinal sonoro (bip). Este sinal estabelece o ritmo de deslocamento entre as duas linhas, começando com uma velocidade inicial de  $8,5 \text{ km.h}^{-1}$  e vai aumentando  $0,5 \text{ km.h}^{-1}$  a cada estágio.

Os sujeitos tinham que cruzar a linha oposta com, pelo menos, um dos pés no momento do sinal sonoro. O teste se dava por encerrado quando o avaliado não conseguisse mais acompanhar o ritmo ditado pelo CD e o estágio no qual encerrou o teste indicava o nível de aptidão cardiorrespiratória. O resultado final foi o maior número de voltas entre as duas linhas que os avaliados puderam realizar. Estas voltas foram contadas e anotadas na ficha individual de coleta dos dados. Os valores de  $\text{VO}_2\text{máx}$  foram obtidos por meio da equação preditiva proposta por Léger et al. (1988).

Para a realização dos testes indiretos e submáximos, foram utilizados dois testes semelhantes de corrida e caminhada. O primeiro foi o da milha (1600m), com consistiu correr/caminhar o menor tempo em na distância fixa de 1600m (AAHPERD, 1984); o segundo foi o teste de 12 minutos de Cooper (1968), que consistiu correr/caminhar maior distância possível no tempo de 12 minutos. Para obter os valores de  $\text{VO}_2\text{max}$  para ambos os testes, foi utilizada a equação preditiva proposta pelo ACSM (2000), em que se baseia na velocidade média dos testes.

Todos os procedimentos para a obtenção dos resultados dos testes ocorreram em duas semanas, respeitando a seguinte ordem: primeira semana, foi realizado o teste ergoespirométrico de forma individual. Na semana seguinte, em dias específicos, foi aplicado o do teste da milha, seguido pelo teste de Cooper e finalizado com o teste vai-e-vem de 20m. Para cada dia de realização de testes, foram dados 48 horas de descanso para a realização do teste seguinte. Para cada realização dos testes de campo, os adolescentes foram dividido em grupos de 5 sujeitos. Recomendou-se fortemente que nestas duas semanas os sujeitos não praticassem nenhuma atividade física extra.

Para analisar as associações entre as variáveis de aptidão cardiorrespiratória dos testes indiretos com o teste direto foram realizadas por meio da correlação linear de Pearson ( $r$ ) e Coeficiente de explicação ( $r^2$ ). Para verificar as diferenças significativas entre as médias dos resultados dos testes, utilizou-se o teste “t” de Student, para dados pareados. Para todas as análises, adotaram-se dois níveis de significância dados  $p < 0,05$  e  $p < 0,01$ . A tabulação dos dados e as análises estatísticas foram realizadas com o programa computadorizado SPSS, versão 11.0.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra do estudo ( $n=15$ ) apresentou massa corporal média  $49,59 \pm 9,2$  kg, estatura  $163,48 \pm 11,21$  cm e %gordura  $12,96 \pm 3,33$ . Segundo as curvas do NCHS (2002), os meninos se encontram dentro do percentil 50, confirmando que eles estão dentro dos parâmetros de massa corporal ideal para a idade conforme a escala de Denver, criada por Frankenburg et al. (1992). Essa escala utiliza como referência os percentis 25 e 90 como uma faixa para indicar normalidade nas variáveis estudadas.

Em relação à estatura averiguou-se que os meninos obtiveram uma média de 163,48 cm de estatura, se posicionando entre os percentis 50 e 75 nas curvas do NCHS (2002). Mostrando que é provável que o crescimento está dentro da normalidade para esses adolescentes segundo a escala de Denver.

Já a média do percentual de gordura dos alunos avaliados foi de 12,96%. COOPER (1999) considera a saúde de crianças e adolescentes de sete a dezessete anos, os valores de 10 a 25% de gordura corporal para os rapazes. Logo, podemos considerar que esses adolescentes possuem uma gordura corporal dentro dos critérios de saúde. Destaca-se ainda que meninos dentro da faixa de 10 a 20 por cento de gordura corporal estão no nível considerado ótimo para a saúde, portanto a amostra parece apresentar-se em excelentes condições de composição corporal.

Em relação à maturação sexual observou-se que a maior parte deles se encontram no estágio 4 de desenvolvimento dos pelos pubianos (66,67%), seguido pelo estágio 3 (26,67%), e por último o estágio 5 (6,6%), caracterizando o grupo como maturados (IULIANO et al., 2004).

Os próximos dados a serem apresentados e discutidos são os valores dos testes de aptidão cardiorrespiratória, descritos em média e desvio padrão na Tabela 2.

**Tabela 2.** Valores médios ( $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) dos resultados dos testes de aptidão cardiorrespiratória entre o teste de ergoespirometria, vai-e-vem de 20 metros, teste da milha e teste de Cooper.

Teste de Aptidão Cardiorrespiratória	Média (DP)
Ergoespirometria	47,80±6,36
“Vai-e-vem” de 20 metros	48,66±4,98
Milha (1600 metros)	44,98±4,69*
Cooper (12 minutos)	42,93±4,34*

\*diferença significativa em relação ao teste direto de ergoespirometria ( $p<0,05$ ).

Os resultados demonstraram haver diferenças significativas entre os testes da milha e o teste de Cooper quando comparados ao teste ergoespirométrico (Tabela 2). O teste de vai-e-vem de 20m foi o único teste de campo a não apresentar diferença significativa de média quando comparado ao teste ergoespirométrico. Sobre esses valores médios, já parece que alguns testes possuem certa fragilidade nos seus resultados, como por exemplo, o teste de Cooper que obteve um valor médio de  $42,93 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , um valor bem abaixo da média do teste ergoespirométrico com  $47,8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ .

Para verificar se existe alguma correlação entre esses testes indiretos com o teste direto ergoespirométrico, realizou-se uma estatística correlacional linear de Pearson ( $r$ ), determinando também o seu coeficiente de explicação ( $r^2$ ). Os dados estão descritos na Tabela 3.

**Tabela 3.** Correlação linear de Pearson ( $r$ ) e coeficiente de explicação ( $r^2$ ) entre o teste direto e os testes indiretos de  $\text{VO}_2\text{máx}$ .

Teste de Aptidão Cardiorrespiratória	$r$	$r^2$
Teste do “Vai-e-vem” de 20 metros	0,78 <sup>b</sup>	60,84%
Teste da Milha	0,62 <sup>a</sup>	38,44%
Teste de Cooper	0,44	19,36%

<sup>a</sup> $p<0,05$ ; <sup>b</sup> $p<0,01$ .

Observa-se que houve uma correlação forte (0,78) e significativa ( $p<0,01$ ) para o teste de “vai-e-vem” de 20 metros, apresentando uma variância de 60,8%. Notou-se também uma correlação moderada (0,62) e significativa ( $p<0,05$ ) para o teste da milha, apresentando uma variância de 38,4%. Pode-se deduzir que os testes de “vai-e-vem” de 20 metros e da milha são testes que podem ser usados para mensurar o  $\text{VO}_2\text{máx}$  dentre os testes de campo utilizados nesse estudo e para essa população, com uma maior confiabilidade para o teste de “vai-e-vem”.

Verificou-se que o teste de “vai-e-vem” apresentou valores estatisticamente semelhantes e fidedignos ( $-0,843$ ;  $p<0,01$ ). O teste da milha apresentou uma correlação moderada, porém não se mostrou estatisticamente significativo em relação aos valores do teste direto ( $2,164$ ;  $p<0,05$ ), portanto, pode-se estimar que estes dois testes mensuram valores correlacionados com o  $\text{VO}_2\text{max}$  direto.

Em relação ao teste de 12 minutos, verificou-se diferença estatística entre os valores de média do  $\text{VO}_2\text{max}$  deste teste e o teste direto ( $3,181$ ;  $p>0,05$ ), mostrando que o mesmo parece não ser a melhor indicação para a avaliação do  $\text{VO}_2\text{máx}$ , principalmente em adolescentes com características semelhantes à presente amostra.

De acordo com a literatura (KRAVCHYCHYN et al., 2015; PESERICO et al., 2011; SILVA et al., 2005), os testes indiretos para avaliação do  $\text{VO}_2\text{max}$  demonstram uma correlação baixa ou moderada com relação ao teste direto, nestes mesmos estudos, vários testes indiretos são analisados em paralelos ao teste direto.

O estudo de Kravchychyn et al. (2015) comparou os valores do  $\text{VO}_2\text{max}$  com homens, fisicamente ativos com média de idade  $27,4 \pm 3,5$  anos, foram submetidos a um teste de carga incremental na esteira rolante com ergoespirometria (teste direto) e ErgoPC, Polar Fitness Test, teste do banco e de Cooper (testes indiretos). Dentre os demais, o teste que mais se aproximou do teste direto foi o Polar Fitness Test com valores de  $53,2 \pm 6,4 \text{ ml.kg}^{-1}$ .

min<sup>-1</sup> e teste direto com valores médios de 55,8±6,1 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, respectivamente. Os demais testes apresentaram diferença significativa em relação ao método direto de avaliação da aptidão cardiorrespiratória, subestimando o valor do teste ergoespirométrico. Para esta população o Polar Fitness Test foi o que mais se aproximou da ergoespirometria e apresentou-se com menor margem de erro.

Já no estudo de Peserico et al. (2011), os autores compararam os métodos diretos (teste esforço progressivo em esteira ergométrica) e indiretos (programa ErgoPC). A amostra foi de mulheres corredoras treinadas com idade média de 42,7±6,4 anos, os valores de VO<sub>2</sub>max obtidos de forma direta foi 51,8±6,8 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, e indireta 42,8±3,7 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>. Nesta comparação entre os dois resultados foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa entre os métodos de avaliação, novamente, valores de VO<sub>2</sub>max obtidos de forma indireta subestima o valor obtido de forma direta.

Ambos os estudos apresentados anteriormente demonstraram valores que subestimaram o método direto, porém, existem resultados contraditórios quanto a métodos direto e indiretos. No estudo de Rondon et al. (1998), com homens com média de idade 30±5 anos, foram encontrados valores de VO<sub>2</sub>max de 53,0±7,5 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> método indireto, e 42,1±3,5 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, para método direto. O estudo de Santos (2007) avaliou valores da aptidão cardiorrespiratória nos métodos direto e indireto para homens e mulheres. Método indireto e direto para homens 59,5±5,6 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, e 49,1±3,1 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> respectivamente. Método indireto e direto para mulheres 50,6±8,1 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, e 34,4±7,0 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, respectivamente. Estes resultados contraditórios quanto as predições indiretas do VO<sub>2</sub>max utilizaram o mesmo protocolo ErgoPC que é baseado na distância percorrida e grau de inclinação da esteira durante o teste. Estes resultados controversos podem ser esclarecidos pelo fato deste teste ser realizado em clínicas médicas, que não possuem como objetivo principal analisar o VO<sub>2</sub>max, e sim avaliar a condição cardíaca do sujeito durante o esforço (KRAVCHYCHYN et al., 2015).

Corroborando os resultados do presente estudo quanto aos testes, Pereira et al. (2010) realizaram o método direto na avaliação da aptidão cardiorrespiratória, por meio de um teste ergoespirométrico, e o método indireto com o teste vai-e-vem de 20 metros, com jovens atletas de futsal, com média de idade 19,4±1,0 anos. Foram apresentados os resultados de 46,68±1,65 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> para método indireto e 47,68±8,18 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> para método direto.

Pensando na validação de métodos indiretos para avaliação do VO<sub>2</sub>max em crianças e jovens, Machado e Denadai (2013) compararam o método direto na esteira rolante com um método indireto baseado em uma equação preditiva do VO<sub>2</sub>max levando em consideração o estágio maturacional. A amostra foi composta de jovens com idades entre 10 e 16 anos e obtiveram 53,45±5,45 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> no método direto e 53,38±3,75 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> no método indireto. Com estes resultados, os autores afirmam que a equação desenvolvida se mostra adequada para a população, aconselhando desconsiderar a utilização de outros métodos indiretos para avaliar crianças e adolescentes.

Silva et al. (2012) também buscaram comparar a validade de métodos de avaliação da aptidão cardiorrespiratória através do VO<sub>2</sub>max em jovens portugueses com idades entre 10 e 18 anos, usando a ergoespirometria para o teste direto e o teste vai-e-vem de 20 metros como teste indireto. Os resultados para o teste direto foi 49,4±8,9 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> e 47,8±9,7 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> para o teste indireto, não houve diferença estatística entre as avaliações. Ainda, os autores afirmam que o método indireto se mostrou eficaz e apropriado para esta população, com uma margem de erro baixa.

Considerando que o método indireto de avaliação da aptidão cardiorrespiratória se faz específico para determinadas populações e variando de acordo com os objetivos, Martínez-Lagunas e Hartmann (2014) realizaram o mesmo teste, utilizado no estudo de Silva et al. (2012), e este se mostrou ineficaz com atletas de futebol feminino profissional da Alemanha, obtendo o valor médio de 55,0±5,3 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> e 49,9±4,9 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, para o teste direto e indireto, respectivamente. Os autores especificam que este resultado pode ser explicado pela falta de especificidade do teste quanto ao gênero, afirmando assim, que nesta comparação, o método indireto subestimou o método direto, anotando uma diferença significativa entre ambos os métodos.

Em uma revisão de literatura, Montoro et al. (2009) tiveram como objetivo identificar os testes relacionados a aptidão cardiorrespiratória em crianças e adolescentes entre os métodos diretos e indiretos, os testes analisados foram esteira ergométrica, ciclo ergômetro e teste de corrida. Assim, concluíram que a significância dos testes varia entre as necessidades que abordam o teste, se haver a necessidade de aferir com precisão VO<sub>2</sub>max, dosar enzimas, lactato sanguíneo, acompanhar a pressão arterial, enfim, demandas fisiológicas durante o teste,

certamente o método direto ciclo ergômetro e esteira rolante é o mais aconselhável. Já no contexto dos testes indiretos, as medidas técnicas simples e baixo custo de aplicação faz com que o teste vai-e-vem de 20 metros se enquadre melhor para esta população, pelo fato de envolver cálculos baseados em indivíduos menores de 18 anos (GUEDES; GUEDES, 2006), tendo como principal objetivo aferir o  $VO_{2max}$ , e pico de velocidade, considerando a distância percorrida e o tempo de avaliação.

Logo, é importante enfatizar que para cada população determinada há sempre um teste de aptidão cardiorrespiratória específica que atenda suas necessidades. A amostra do presente estudo encontra-se dentro das condições de crescimento, desenvolvimento e de composição corporais normais para a faixa etária, estando em perfeitas condições para a realização de um estudo de correlação entre variáveis de aptidão física. Outro fator importante é que todos os adolescentes já estavam maturados, evitando assim possíveis erros no estudo decorrente das diferentes respostas fisiológicas com relação ao crescimento.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados encontrados, verificou-se que o teste de “vai-e-vem” de 20 metros pode ser perfeitamente realizado com o objetivo de avaliar a aptidão cardiorrespiratória de adolescentes de 13 e 14 anos de idade, pois obteve alta correlação e estatisticamente significativa com o teste de análise direta de gases em esteira ergométrica. O teste da milha obteve uma correlação moderada e também estatisticamente significativa.

Com relação ao teste de 12 minutos, observou-se que o mesmo parece não avaliar corretamente a aptidão cardiorrespiratória para essa população específica, pois apesar de possuir uma correlação moderada com o teste direto, não apresentou significância estatística e também não obteve resultados que mostrassem igualdade estatística. Baseado nestes resultados parece plausível evidenciar que o melhor teste para avaliar indiretamente a aptidão cardiorrespiratória na faixa etária de 13 e 14 anos é o teste de “vai-e-vem” de 20 metros. Acredita-se que este estudo poderá auxiliar pesquisadores na escolha de testes de campo para avaliar o  $VO_{2max}$  em sujeitos com características similares á da presente amostra.

#### 5 REFERÊNCIAS

- ACSM. **Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 6. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
- ACSM. **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. 4. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991.
- AAHPERD. **Health related physical fitness technical manual**. Virginia: Reston, 1984.
- BANGSBO, J.; IAIA, M.; KRUSTRUP, P. The yo-yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. **Sports Medicine**, Auckland, v. 38, n. 1, p. 37-51, 2008.
- BARROS, V. G.; CUNHA, F. J. P.; SILVA JUNIOR, A. G. Educação física escolar na perspectiva da promoção da saúde. **Corporis**, Recife, v. 2, n. 2, p. 47-53, 1997.
- CARMINATTI, L. J.; LIMA-SILVA, A. E.; DE-OLIVEIRA, F. R. Aptidão aeróbia em esportes intermitentes: evidências de validade de construto e resultados em teste incremental com pausas. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 120-1, 2004.
- COOPER INSTITUTE FOR AEROBICS RESEARCH. **The prudential fitnessgram test administration manual**. Dallas: Author, 1999.
- COOPER, K. H. A means of assessing maximal oxygen uptake. **Journal of the American Medical Association**, Dallas, v. 15, n. 203, p. 201-204, 1968.
- DENADAI, B. S. Fatores fisiológicos associados com o desempenho em exercícios de média e longa duração. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, Pelotas, v. 1, n. 4, p. 82-91, 1996.
- DIAZ, F. J.; MONTANO, J. G.; MELCHOR, M. T.; GUERRERO, J. H.; TOVAR, J. A. Validation and reliability of the 1,000 meter aerobic test. **Revista Investigación Clínica**, México, v. 52, n. 1, p. 44-51, 2000.

DUARTE, M. F. S. Maturação física: uma revisão da literatura, com especial atenção à criança brasileira. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 71-84, 1993.

DUARTE, M. F. S.; DUARTE, C. R. Validade do teste aeróbico de corrida de vai-e-vem de 20 metros. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 9, n. 3, p. 7-14, 2001.

FLETCHER, G. F.; BALADY, G. J.; AMSTERDAM, E. A.; CHAITMAN, B.; ECKEL, R.; FLEG J.; FROELICHER, F.; LEON, A. S.; PIÑA, L. L.; RODNEY, R.; SIMONS-MORTON, D. A.; WILLIAMS, M. A.; BAZZARRE, T. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. **Circulation**, Baltimore, v. 104, n. 14, p. 1694-740, 2001.

FRANKENBURG, W. K.; DODDS, J.; ARCHER, P.; SHAPIRO, H.; BRESNICK, B. **Denver II: training manual**. 2. ed. Denver: Denver Developmental Materials, 1992.

GORDON, C. C.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. (Eds.). **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics, 1991. p. 3-8.

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

HARRISON, G. G.; BUSKIRK, E. R.; CARTER, J. E. L.; JOHNSTON, F. E.; LOHMAN, T. G.; POLLOCK, M. L.; WILMORE, J. Skinfold thicknesses and measurement technique. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. (Eds.). **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics, 1991. p. 44-5.

IULIANO, B. A.; FRUTUOSO, M. F. P.; GAMBARDELLA A. M. D. Anemia em adolescentes segundo maturação sexual. **Revista de Nutrição, Campinas**, v. 17, n. 1, p. 37-43, 2004.

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  $VO_2\text{max}$  de praticantes de corrida. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 21, n. 1, p.17-21, 2015.

LAURENTINO, G. C.; PELLEGRINOTI, I. L. Alterações nos valores de consumo máximo de oxigênio ( $VO_2\text{máx}$ ) na aplicação de dois programas de exercícios com pesos em indivíduos do sexo masculino. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 97-106, 2003.

LÉGER, L.; MERCIER, D.; GADOURY, C.; LAMBERT, J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. **Journal of Sports Sciences**, Abingdon, v. 6, n. 2, p. 93-101, 1988.

LOHMAN, T. G. Applicability of body composition techniques and constants for children and youth. **Journal of Physical Education, Recreation and Dance**, Terre Haute, n. 58, v. 9, p. 98-102, 1986.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Exercise physiology**. Philadelphia: Lea and Fabiger; 1981.

MACHADO, F. A.; DENADAI, B. S. Predição da potência aeróbia ( $VO_2\text{max}$ ) de crianças e adolescentes em teste incremental na esteira rolante. **Motriz**, Rio Claro, v. 19 n. 1, p. 126-32, 2013.

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. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 5, n. 5, p. 167-72, 1999.

MARTIN, R. H. C. UEZU, R.; PARRA, S. A.; ARENA, S. S.; BOJIKIAN, L. P.; BOHME, M. T. S. Auto-avaliação da maturação sexual masculina por meio da utilização de desenhos e fotos. **Revista Paulista de Educação Física, São Paulo**, v. 15, n. 2, p. 212-22, 2001.

MARTÍNEZ-LAGUNAS, V.; HARTMANN, U; Validity of the yo-yo intermittent recovery test level 1 for direct measurement or indirect estimation of maximal oxygen uptake in female soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Leipzig, v. 9, n. 1, p. 825-31, 2014.

MONTORO, S. B.; MENDES, R. T.; ARRUDA, M.; ZEFERINO, A. M. B. Aptidão aeróbia de crianças e adolescentes obesos: procedimentos de controle. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, João Pessoa, v. 7, n. 19, p. 62-70, 2009.

NCHS. National Center for Health Statistics. **Growth charts for the United States: methods and development. Vital and Health Statistics**, s. 11, n. 246, 2002. Disponível em: <[https://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr\\_11/sr11\\_246.pdf](https://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr_11/sr11_246.pdf)>. Acessado em: 18 de novembro de 2016.

PEREIRA, F. L.; MEDEIROS, G. S.; OLIVEIRA, V. E. R.; MALDONADO, L.; SANTOS, L. Análise comparativa entre testes direto e indireto para predição de  $VO_2$ max em jogadores de futsal universitário. **Lectures: Educación Física y Deportes**, Revista Digital, Buenos Aires, v. 15, n. 148, 2010. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd148/teste-para-predicao-de-vo2-max-em-jogadores-de-futsal.htm>>. Acessado em: dia do mês do ano.

PESERICO, C. S.; MEZZARROBA, 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. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 17, n. 14, p. 270-3, 2011.

RONDON, M. U. P. B.; FORJAZ, C. L. M.; NUNES, N.; AMARAL, S. L.; BARRETTO, A. C. P.; NEGRÃO, A. L. C. E. Comparação entre a prescrição de intensidade de treinamento físico baseado na avaliação ergométrica convencional e na ergoespirométrica. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Rio de Janeiro, v. 70, n. 1, p. 159-66, 1998.

SANTOS, M. A. A. **Análise da prescrição e da aplicabilidade do consumo de oxigênio de reserva durante o exercício aeróbico contínuo nas intensidades de 50% a 80% do consumo máximo de oxigênio**. 2007. 148f. Tese (Doutorado em Educação Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.

SILVA, L. G. M.; PACHECO, M. E.; CAMPBELL, C. S. G.; BALDISSERA, V.; SIMOES, H. G. Comparação entre protocolos diretos e indiretos de avaliação da aptidão aeróbia em indivíduos fisicamente ativos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 219-23, 2005.

SILVA, G.; OLIVEIRA, N. L.; AIRES, L.; MOTA, J.; OLIVEIRA, J.; RIBEIRO, J. C. Calculation and validation of models for estimating  $VO_2$ max from the 20-m shuttle run test in children and adolescents. **Archives Exercise Health**, Porto, v. 3, n. 1-2, p. 145-52, 2012.

TANNER, J. **Growth at adolescence**. Blackwell Scientific Publication: Oxford, 1962.

TRITSCHLER, K. A. **Medida e avaliação em educação física e esportes de Barrow & McGee**. Barueri: Manole, 2003.

---

Autor correspondente: **Lucinar Jupir Forner Flores**

E-mail: [lucinarflores@yahoo.com.br](mailto:lucinarflores@yahoo.com.br)

Recebido em 11 de abril de 2017.

Aceito em 11 de julho de 2017.