



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

MARIANA BIAGI BATISTA

**APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA ESTIMADA POR  
DIFERENTES TESTES DE CAMPO EM ADOLESCENTES**

---

Londrina  
2010

MARIANA BIAGI BATISTA

**APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA ESTIMADA POR  
DIFERENTES TESTES DE CAMPO EM ADOLESCENTES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque

Londrina  
2010

MARIANA BIAGI BATISTA

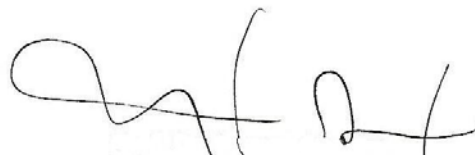
**APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA ESTIMADA POR DIFERENTES  
TESTES DE CAMPO EM ADOLESCENTES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque  
Orientador



Prof. Dr. Miguel de Arruda  
Universidade Estadual de Campinas



Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino  
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 16 de julho de 2010.

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho a minha família, que nunca mediu esforços para me ver feliz e realizada, e sem a qual eu não teria conseguido alcançar mais este objetivo.*

*A minha mãe Angela, sinônimo de carinho, amor e dedicação incondicionais. Pessoa maravilhosa e um anjo que me protege e me ensinou tudo que sei e sou.*

*Ao meu pai Carlos, pelo exemplo de caráter, honestidade e que sempre me incentivou na carreira e na vida.*

*A minha irmã Marina, pela eterna amizade, companheirismo, cumplicidade e por compartilhar comigo mais esta experiência.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, esta força maior que rege a nossa existência, por permitir que eu tenha saúde, esperança e força de vontade para lutar pelos meus objetivos, não importando a quantidade e intensidade dos obstáculos encontrados durante esta caminhada.

Gostaria de agradecer ao Professor Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque, uma pessoa que tenho como um grande exemplo de dedicação, competência e força de vontade, e que foi o responsável por me apresentar este universo da vida acadêmica. Obrigada pela paciência, pelos ensinamentos e por acreditar em mim desde a graduação, quando me orientou no trabalho de conclusão de curso, até agora, me dando a oportunidade de ser a sua primeira orientanda de mestrado. Não consigo traduzir em palavras o quanto contribuiu para minha vida profissional e pessoal.

Ao Professor Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, que também tive a oportunidade de conhecer e admirar desde a graduação, obrigada pela confiança, pelos momentos de aprendizado e por ser esta pessoa que transmite grande entusiasmo e dedicação pela área da Educação Física. Além disso, agradeço por aceitar o convite para ser membro da minha banca de qualificação e defesa, seus apontamentos são de extrema importância para a qualidade do trabalho.

Ao Professor Dr. Miguel de Arruda, por ter aceitado prontamente o convite para compor a banca de qualificação e defesa. Obrigada pela atenção e por contribuir e acreditar no projeto.

Aos professores que se disponibilizaram a fazer parte da banca como membro suplente: Dr. Helio Serrasuelo Junior, Dr. Leandro Ricardo Altimari, que além de membro da banca de qualificação, cedeu para o projeto uma célula utilizada no equipamento de análise direta de gases, e Dr. Alexandre Moreira.

A todos os professores do programa de pós-graduação da UEL de Londrina-PR que, de alguma forma, contribuíram para minha formação. Não esquecendo também daqueles que passaram pela minha caminhada durante a graduação na UNESP em Presidente Prudente-SP.

Aqueles que participaram diretamente da realização do trabalho, todos os companheiros do Grupo de Estudo e Pesquisa em Atividade Física e Exercício – GEPAFE, com especial agradecimento à: Gabriela Blasquez, Sandra Satie Kawaguti, Verônica Siqueira de Souza, Ana Carolina Paludo, Lidia R. F. Gonçalves, Lidyane Ferreira Zambrin, Mariana Souza Carnelossi e Roney José K. Junior, pela grande ajuda na realização das coletas de dados e tomadas de decisão, sem vocês eu não teria conseguido.

Aos colegas do Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício – GEPEMENE, por oportunizarem muitos momentos de aprendizado e exemplos de trabalho em equipe bem organizado e com sucesso.

A direção, coordenação e aos professores dos Colégios Estaduais Vicente Rijo e Newton Guimarães da cidade de Londrina-PR, pela credibilidade e apoio dados ao nosso projeto. E muito obrigada aos mais 200 adolescentes que participaram do estudo desde a idéia inicial.

Ao laboratório do CENESP-UEL, representado pelo professor Dr. Antonio Carlos Dourado e pelos alunos do curso de Esporte: Julia, Jessé, Bruna, Bruno e Vinícius, que auxiliaram na avaliação laboratorial do consumo de oxigênio, desde o estudo piloto até a conclusão do trabalho. Meus sinceros agradecimentos pela paciência, ajuda e dedicação.

A Universidade Estadual de Londrina – UEL, que me oportunizou a realização do mestrado e, em especial, ao setor responsável pelo transporte, que nos auxiliou com os ônibus e vans para o deslocamento dos adolescentes dos colégios até a Universidade.

A todos os colegas de programa, que direta ou indiretamente contribuíram durante toda a minha permanência no mestrado, em especial aos amigos: Milene Granja Saccomani, minha companheira de graduação e de república, obrigada por tudo que vivemos juntas; Diego Giulliano Destro Christofaro, também companheiro de graduação e de caronas para Presidente Prudente-SP, agradeço de coração por todas as conversas sérias e de descontração; Vinícius Flávio Milanez, que foi meu co-orientador na graduação e que aprendi a admirar pela pessoa séria e comprometida que é. Obrigada por sempre ter uma palavra de incentivo e perseverança, pelas tantas conversas e desabafos; Rômulo Araújo Fernandes, por ser o “prudentino pioneiro” aqui no Paraná, e que nos deixa orgulhosos por tudo que batalhou e conseguiu com muito esforço e determinação, agradeço por estar sempre prontamente a me ajudar e incentivar nos estudos.

A três pessoas muito especiais, que me estenderam a mão em um momento decisivo desta etapa da minha vida, minhas novas companheiras de república, que aprendi a amar como se conhecesse há muitos anos: Michele Cazoto, Sandra Satie Kawaguti e Verônica Siqueira de Souza. Vocês contribuíram muito para esta conquista e tenham a certeza de que serei eternamente grata. Onde quer que eu esteja poderão contar comigo sempre.

Ao meu ex-namorado Yousef Cordeiro, que hoje não se encontra mais entre nós e sim ao lado do Senhor Deus Pai, pela compreensão, incentivo, alegria e amor, que me acompanharam desde a decisão por fazer o mestrado, até a sua finalização. Obrigada por muitas vezes me “puxar a orelha” quando eu desanimava, por me proporcionar momentos de descontração sem pensar e falar em mestrado, escola, coletas, equipamentos, etc... Enfim, por transformar a distância em algo menos doloroso.

BATISTA, Mariana Biagi. **Aptidão cardiorrespiratória estimada por diferentes testes de campo em adolescentes**. 2010. 89f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Centro de Educação Física e Esporte. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi verificar a aptidão cardiorrespiratória (ACR) estimada por diferentes testes de campo em adolescentes, com base em um método de referência. Participaram do trabalho 115 adolescentes ( $12,16 \pm 0,8$  anos), de ambos os sexos. Foram realizadas medidas de massa corporal, estatura, espessura de dobras cutâneas e, posteriormente, calculado o índice de massa corporal e percentual de gordura. Como indicadores da ACR, os adolescentes realizaram três diferentes testes de campo em ordem aleatória: corrida/caminhada de 9 minutos de Cooper (COOPER); corrida/caminhada de 1 milha (MILHA) e *shuttle run* de 20 metros (SR-20m) e, o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) foi calculado por equações específicas para cada teste. Além disso, a análise direta do  $VO_2$  (método de referência) foi realizada em laboratório, com um analisador de gases portátil (K4 b<sup>2</sup>, *Cosmed*), em protocolo de esteira, com aquecimento prévio de 3 min a uma velocidade de 6 km/h e, o início a 7 km/h e 1% de inclinação, com posterior incremento de 1 km/h a cada min, mantendo-se a mesma inclinação até a finalização do teste. O maior valor de  $VO_2$  encontrado no momento de interrupção do teste foi considerado o  $VO_{2pico}$ , expresso de forma relativa (ml/kg/min), absoluta (L/min), ajustada alometricamente para massa corporal (ml/kg<sup>0,67</sup>/min) e pela massa corporal magra (ml/MCM/min). A ANOVA de medidas repetidas não detectou diferenças ( $P > 0,05$ ) entre as médias do  $VO_2$  (ml/kg/min) mensurado pelo método de referência e o  $VO_2$  estimado pelo teste da MILHA no grupo das meninas e, após ajuste alométrico, não houve diferença também entre o  $VO_2$  (ml/kg<sup>0,67</sup>/min) estimado pelos testes SR-20m e MILHA, neste mesmo grupo. Os dados de desempenho (erro padrão de estimativa e R de explicação) e concordância ( $\bar{x} \pm DP$  das diferenças) demonstraram que o teste da MILHA foi o que melhor estimou o  $VO_2$  (ml/kg/min) para os meninos (EPE=6,20;  $R^2=0,58$ ;  $5,07 \pm 12,58$ ). Por outro lado, o teste SR-20m representou a melhor alternativa para as meninas (EPE=6,49;  $R^2=0,24$ ;  $2,45 \pm 12,64$ ), bem como o teste da MILHA que não apresentou tendência de medida. Portanto, conclui-se que, após as análises de comparação, desempenho e concordância, os testes SR-20m e MILHA foram os que melhor estimaram o  $VO_2$  de meninos e meninas, quando comparado ao método de referência.

**Palavras-Chave:** Consumo máximo de oxigênio. Testes de campo. Adolescentes.

BATISTA, Mariana Biagi. **Cardiorespiratory fitness estimated by different field tests in adolescents**. 2010. 89f. Dissertation (Master in Physical Education) – Centro de Educação Física e Esporte. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

### ABSTRACT

The aim of the present study was to assess the cardiorespiratory fitness (CRF) estimated through different field tests in adolescents based on a reference method. Participants were 115 adolescents ( $12.16 \pm 0.8$  years), of both sexes. We measured body mass, height and skinfold thickness, and then calculated the body mass index and the percentage of body fat. The participants performed three different field tests to evaluate CRF, in random order: Cooper's 9-minute running/walk (COOPER); 1-mile running/walk (MILE) and 20-m shuttle-run (SR-20m). Oxygen consumption ( $VO_2$ ) was calculated using specific equations for each test. Additionally, direct analysis of  $VO_2$  (reference method) was performed in the laboratory, using a portable gas analyzer (K4 b<sup>2</sup>, *Cosmed*), on a treadmill protocol, and a previous warm-up of 3 minutes at a speed of 6 km/h, and starting at 7 km/h and 1% of inclination, with increments of 1 km/h each minute, keeping the same inclination until test termination. The largest  $VO_2$  value found at test termination was considered the  $VO_{2peak}$ , expressed in relative (ml/kg/min), absolute (L/min) form and adjusted for body mass allometry (ml/kg<sup>0.67</sup>/min). No differences were found, with repeated-measures ANOVA ( $P > 0.05$ ), between the means of  $VO_2$  (ml/kg/min) measured by the reference method and  $VO_2$  estimated by the MILE test in the girls group, and after allometric adjustment, no differences were found between  $VO_2$  (ml/kg<sup>0.67</sup>/min) estimated by SR-20m and MILE tests, for the same group. The performance data (standard error of estimate and explication R) and concordance ( $\bar{x} \pm SD$  of the differences) showed that the MILE test provided the best estimate of  $VO_2$  (ml/kg/min) for the boys (SEE=6.20; R<sup>2</sup>=0.58;  $5.07 \pm 12.58$ ). The SR-20m test represented the best alternative for girls (SEE=6.49; R<sup>2</sup>=0.24;  $2.45 \pm 12.64$ ), and the MILE test such no showed tendency of measure. Thus, we conclude that, after the comparison, performance and agreement analysis, the SR-20m and MILE tests were the best estimated the  $VO_2$  of boys and girls when compared a to reference method.

**Keywords:** Maximal oxygen consumption. Field tests. Adolescents.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 JUSTIFICATIVA</b> .....	13
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	14
3.1 OBJETIVO GERAL .....	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>4 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	15
4.1 APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES .....	15
4.1.1 Aptidão Cardiorrespiratória durante o Crescimento e Desenvolvimento .....	16
4.2 AVALIAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA .....	18
4.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA.....	20
4.3.1 Método Direto de Avaliação do VO <sub>2</sub> máx .....	21
4.3.2 Método Indireto de Avaliação do VO <sub>2</sub> máx.....	23
<b>5 MÉTODOS</b> .....	41
5.1 SUJEITOS .....	41
5.2 ANTROPOMETRIA .....	42
5.3 COMPOSIÇÃO CORPORAL .....	42
5.4 MATURAÇÃO SEXUAL .....	43
5.5 TESTE DIRETO .....	43
5.6 TESTES DE CAMPO.....	44
5.6.1 Teste de Corrida/Caminhada de 9 Minutos (COOPER) .....	45
5.6.2 Teste de Corrida/Caminhada de 1 milha (MILHA).....	45
5.6.3 Teste <i>Shuttle Run</i> de 20 Metros (SR-20m) .....	46
5.7 CONTROLE DE QUALIDADE DOS DADOS .....	47
5.8 TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	50
<b>6 RESULTADOS</b> .....	52
6.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS SUJEITOS .....	52

6.2 COMPARAÇÃO, DESEMPENHO E CONCORDÂNCIA ENTRE O VO2 MENSURADO PELO MÉTODO DE REFERÊNCIA E ESTIMADO PELOS TRÊS TESTES DE CAMPO, DE ACORDO COM SEXO.....	54
<b>7 DISCUSSÃO</b> .....	61
7.1 CONTROLE DE QUALIDADE DOS DADOS .....	61
7.2 VALIDADE DO TESTE <i>SHUTTLE RUN</i> DE 20M (SR-20M).....	63
7.3 VALIDADE DO TESTE DE CORRIDA/CAMINHADA DE 9 MINUTOS (COOPER) .....	67
7.4 VALIDADE DO TESTE DE CORRIDA/CAMINHADA DE 1 MILHA (MILHA) .....	70
<b>8 CONCLUSÃO</b> .....	73
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	74
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> .....	80
<b>ANEXOS</b> .....	83
ANEXO A .....	84
<b>APÊNDICES</b> .....	85
APÊNDICE A.....	86
APÊNDICE B.....	88

## 1 INTRODUÇÃO

A avaliação da aptidão cardiorrespiratória (ACR) tem sido considerada um fator importante nos aspectos relacionados à saúde pública, uma vez que índices elevados nos indicadores da ACR podem reduzir o risco de morbidade e mortalidade por todas as causas e por doenças cardiovasculares na população adulta<sup>(1-3)</sup>. No caso de crianças e adolescentes, esse aspecto favorável também pode ser observado, visto que, jovens que apresentam valores elevados nos indicadores cardiorrespiratórios tendem a diminuir os fatores de risco para doenças cardiovasculares como, por exemplo, a obesidade, a pressão arterial elevada, as dislipidemias, a resistência à insulina entre outros<sup>(4-6)</sup>.

Neste sentido, no que se refere à verificação dos níveis de ACR, o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ máx), que pode ser entendido como a quantidade máxima de oxigênio que o organismo pode utilizar para a produção de energia, ou seja, a capacidade máxima do indivíduo de captar, fixar, transportar e utilizar o oxigênio quando submetido a esforços predominantemente aeróbios<sup>(7)</sup>, é amplamente reconhecido como um dos melhores índices para mensuração da potência aeróbia em adultos e jovens<sup>(8)</sup>. O  $VO_2$ máx pode ser avaliado por diferentes métodos, representados pela análise direta e indireta ou preditiva.

A técnica de calorimetria indireta, caracterizada pela mensuração dos gases metabólicos envolvidos na ventilação pulmonar durante a execução de testes progressivos e máximos, tem recebido grande aceitação para avaliação direta do  $VO_2$ máx, visto que apresenta boa validade quando comparada à técnica da bolsa de Douglas, considerada padrão ouro para este fim<sup>(9)</sup>. No entanto, envolve alguns fatores que dificultam sua aplicação em larga escala, como o alto custo dos equipamentos, a necessidade de profissionais bem treinados para acompanhar a avaliação e também o fato de apenas um sujeito ser avaliado por vez, o que inviabiliza estudos com grandes populações<sup>(10,11)</sup>.

Dessa forma, a aplicação de testes de campo que proporcionam a predição do  $VO_2$ máx por meio de modelos matemáticos desenvolvidos e validados em populações específicas, tem se tornado uma alternativa bastante interessante, uma vez que possuem importantes vantagens, tais como: baixo custo operacional,

facilidade de aplicação e acesso aos locais de teste e a possibilidade de avaliar um grande número de sujeitos simultaneamente<sup>(12,13)</sup>.

Por outro lado, como a maioria dos testes de campo destinados à avaliação da ACR utiliza o método indireto para a estimativa do  $VO_2$ máx, esses valores podem apresentar consideráveis erros de medida. Assim, para que um teste de campo seja considerado adequado ele deve apresentar boa validade, ou seja, produzir boas medidas da variável que se propõe a medir, que, no caso de testes de campo, significa apresentar expressiva relação entre os escores produzidos pelo método de referência e pelo teste de campo avaliado<sup>(14)</sup>. Porém, os procedimentos de validação geralmente têm utilizado apenas os resultados obtidos pela análise dos coeficientes de correlação, que expressam somente a força e direção da relação entre duas medidas e não conseguem detectar a magnitude das diferenças entre estes escores<sup>(15)</sup>.

Portanto, os critérios estabelecidos para a validação de testes de campo são de extrema importância e envolvem uma série de procedimentos de análise. Diante disso, muitos estudos procuraram validar diferentes protocolos de testes baseados em campo para avaliação do  $VO_2$ máx em populações jovens, mas, grande parte deles<sup>(16-19)</sup> não utilizou procedimentos estatísticos mais robustos como, por exemplo, a análise de concordância.

A técnica que vem sendo frequentemente utilizada para verificação da concordância entre duas medidas é a análise proposta por Bland e Altman<sup>(15)</sup>, na qual os dados são interpretados e visualizados de forma objetiva em conjunto com a diferença média das medidas e seus intervalos de confiança de 95% e, se destaca pela verificação das diferenças individuais entre duas medidas dentro de uma população, o que conseqüentemente, proporciona um diagnóstico mais criterioso acerca das informações produzidas pelos testes<sup>(20)</sup>.

Neste sentido, acredita-se que a utilização de procedimentos de análises complementares possa fornecer informações mais consistentes a cerca da validade dos diferentes protocolos de testes de campo para avaliação da ACR de jovens, tanto de maneira generalizada como estratificada por sexo.

## 2 JUSTIFICATIVA

Diante do grande interesse mundial pelo estudo de questões relacionadas à aptidão física de crianças e adolescentes e, aliado à necessidade de se encontrar alternativas acessíveis e de baixo custo para avaliação dos diferentes componentes da aptidão física, diversas baterias de testes baseadas em situações de campo foram desenvolvidas, principalmente a partir da década de 1980<sup>(21-23)</sup>. Contudo, como os testes de campo baseiam-se na predição dos resultados por modelos matemáticos, considerações relacionadas à sua validade tornam-se de extrema importância.

No Brasil, muitos trabalhos com o objetivo de analisar a aptidão física de jovens utilizaram diferentes testes de campo propostos em diversas baterias. Para verificação do componente da ACR, os testes que têm sido mais frequentemente utilizados são os de corrida/caminhada de 9 ou 12 minutos; corrida/caminhada de 1000 a 1609 m e o teste *shuttle run* de 20 m\*.

Vários estudos internacionais investigaram a validade desses diferentes testes de campo para estimativa da ACR em crianças e adolescentes<sup>(24)</sup>. No entanto, até o momento, não existem trabalhos publicados que validaram esses protocolos de testes de campo para predição da ACR em jovens brasileiros.

Assim, acredita-se que trabalhos envolvendo esta temática possam fornecer importantes informações quanto à validade dos principais testes de campo utilizados no Brasil, bem como na comunidade internacional. Em adição a isso, espera-se que os resultados produzidos possam auxiliar os pesquisadores e profissionais da área na tomada de decisão sobre questões como a escolha do teste de campo mais adequado para determinada faixa etária e sexo.

---

\* Verificar Tabela 2. (Apêndice C).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Comparar a aptidão cardiorrespiratória estimada por diferentes testes de campo em adolescentes com base em um método de referência.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar os resultados do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) entre três testes de campo e o teste direto, de acordo com sexo;
- Analisar o efeito de quatro diferentes equações matemáticas para estimativa do  $VO_2$  pelo teste *shuttle run* de 20 metros.

## 4 REVISÃO DA LITERATURA

### 4.1 APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES

A aptidão física, de uma forma geral, está relacionada à capacidade de um indivíduo realizar atividade física<sup>(25)</sup> que, por sua vez, pode ser definida como qualquer movimento corporal produzido pela ação da musculatura esquelética e que eleve o gasto energético acima dos valores de repouso<sup>(26)</sup>. Dessa forma, a aptidão física pode ser pensada como um componente que integra a maioria das funções corporais, como a músculo-esquelética, cardiorrespiratória, pulmonar, circulatória, neurológica, endócrino-metabólica, psicológica, dentre outras, e por este motivo é considerada um importante marcador de saúde<sup>(25)</sup>.

Nos aspectos relacionados à saúde, grande destaque tem sido dado, dentre os componentes da aptidão física, à aptidão cardiorrespiratória (ACR), visto que, índices elevados nos indicadores da ACR podem reduzir o risco de morbidade e mortalidade por doenças cardiovasculares e por todas as causas na população adulta<sup>(1-3)</sup>. No caso de crianças e adolescentes, uma possível relação positiva também pode ser verificada, uma vez que, valores elevados nos indicadores cardiorrespiratórios tendem a diminuir os fatores de riscos para doenças cardiovasculares como, por exemplo, a obesidade, a pressão arterial elevada, as dislipidemias, a resistência à insulina, entre outros<sup>(4-6)</sup>.

Assim, diante da importância de se estudar os aspectos relacionados à ACR em diferentes populações, torna-se necessário compreender melhor seu conceito, e no caso de populações jovens, como ela se desenvolve ao longo do processo de crescimento. Armstrong<sup>(27)</sup> define a ACR, também conhecida como aptidão aeróbia ou potência aeróbia máxima, como a habilidade de fornecer oxigênio aos músculos e de utilizá-lo para o fornecimento de energia durante os exercícios, e que, portanto, depende dos componentes pulmonares, cardiovasculares e hematológicos do fornecimento de oxigênio e dos mecanismos oxidativos dos músculos em exercício.

Atualmente, um dos indicadores que melhor representa a ACR é o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ máx), que representa a quantidade máxima de

oxigênio que o organismo pode utilizar para a produção de energia, ou seja, a capacidade máxima do indivíduo de captar, fixar, transportar e utilizar o oxigênio quando submetido a esforços predominantemente aeróbios<sup>(7)</sup>.

Os protocolos de medida e interpretação do  $VO_2$ máx, tanto no contexto de saúde quanto de estado de treinamento ou rendimento, estão bem estabelecidos em adultos. Entretanto, como as crianças e adolescentes não devem ser considerados adultos em miniatura, a variabilidade das respostas fisiológicas do  $VO_2$ máx durante os processos de crescimento e maturação confundem a interpretação da ACR neste período e, por esse motivo tem sido alvo de grande interesse por parte dos pesquisadores da área<sup>(28)</sup>.

#### 4.1.1 Aptidão Cardiorrespiratória Durante o Crescimento e Desenvolvimento

O período da infância e puberdade é marcado pelo aumento progressivo nos componentes dos sistemas que determinam o  $VO_2$ máx, como pulmões, coração, músculos, bem como o aprimoramento de seu desempenho. Consequentemente espera-se que os valores de  $VO_2$ máx aumentem conforme a criança cresce<sup>(29)</sup>. Uma revisão realizada por Armstrong e Welsman<sup>(30)</sup>, com aproximadamente 10 mil determinações de  $VO_2$ máx obtidas em estudos de delineamento transversal e longitudinal, demonstrou que quando apresentado em valores absolutos, ou seja, em litros por minuto (L/min), o  $VO_2$ máx entre as idades de oito e 16 anos, em crianças não treinadas, tem um aumento progressivo e linear de acordo com a idade cronológica em meninos e meninas, com valores mais elevados aparentemente verificados nos meninos a partir dos 10 anos de idade.

Por outro lado, quando o  $VO_2$ máx é apresentado relativo à massa corporal, em mililitros de oxigênio por quilograma de massa corporal por minuto (ml/kg/min), conhecido como proporção padrão, buscando minimizar os efeitos do tamanho corporal, algumas alterações são evidenciadas. Nos meninos, é verificada uma notável estabilização dos valores de  $VO_2$ máx até a adolescência, enquanto um declínio progressivo é observado nas meninas. Entretanto, os valores mais elevados são observados nos meninos em todas as idades<sup>(29,30)</sup>.

Considerando que a infância e adolescência são períodos marcados por grandes alterações no tamanho das estruturas corporais e, conseqüentemente, no desenvolvimento das mesmas, parece que a conhecida e bastante utilizada proporção padrão não consegue eliminar os efeitos do tamanho corporal no  $VO_2$ máx. Neste sentido, na tentativa de melhor compreender e interpretar a ACR em crianças e adolescentes, recomenda-se recorrer a ajustes matemáticos por alometria.

A alometria é um método para demonstrar matematicamente até que ponto uma variável (fisiológica, anatômica ou temporal) está relacionada a uma unidade de tamanho corporal, normalmente de massa corporal, à medida que o tamanho aumenta. A massa corporal é geralmente utilizada como uma unidade de tamanho, pela facilidade pela qual pode ser mensurada. Assim, a análise alométrica pode ser descrita pela equação:

$$Y = a M^b$$

Em que  $Y$  é a variável a ser relacionada com a massa corporal, representada por  $M$ , e  $a$  é o coeficiente de proporcionalidade. O expoente  $b$  indica a extensão e a direção da relação entre as mudanças na variável  $Y$  e a massa corporal. Se  $Y$  aumenta em proporção direta à massa corporal, então  $b = 1$ . Se a massa corporal não tem efeito sobre  $Y$ , ou seja, a variável independe da massa corporal,  $b = 0$ . Se  $Y$  aumenta concomitantemente com o aumento da massa corporal, mas em ritmo inferior, então  $b$  será maior que 0 e menor que 1, e por fim, se  $Y$  diminui à medida que a massa aumenta  $b$  será negativo<sup>(29)</sup>.

Dessa maneira, quando o  $VO_2$ máx é ajustado alometricamente à massa corporal, algumas diferenças interessantes aparecem no desenvolvimento da ACR em ambos os sexos. Isto pode ser evidenciado em um estudo realizado por Welsman et al.<sup>(31)</sup>, no qual os autores utilizaram tanto a proporção padrão quanto a classificação alométrica para análise de indivíduos de 11 a 23 anos de idade. Pela proporção padrão, como já mencionado em outros trabalhos, o  $VO_2$ máx relativo à massa corporal não se alterou com a idade nos homens e demonstrou uma queda nas mulheres. Porém, quando o  $VO_2$ máx foi ajustado pelos expoentes de classificação alométrica para a massa corporal, os valores aumentaram nos homens

e, para as mulheres, o  $VO_2$ máx foi crescente durante a puberdade e depois permaneceu estável.

Além disso, um trabalho com meninos de oito a 16 anos de idade, com o objetivo de verificar o desenvolvimento do coeficiente alométrico intraindividual do  $VO_2$ máx pela massa corporal, encontrou uma ampla variação, entre  $b=0,55$  e  $b=1,17$ , com um valor médio de  $b=0,85$ . Os autores destacaram também que, cerca de 90% dos meninos estudados tiveram seu coeficiente alométrico menor que 1,00, corroborando com a evidência de que a tradicional proporção padrão possui limitações. Os resultados puderam evidenciar que as alterações no  $VO_2$ máx parecem ser amplamente explicadas pela massa corporal<sup>(32)</sup>.

Outra alternativa para a análise dos fenômenos envolvidos com a ACR durante o crescimento é a utilização de modelos múltiplos para determinação da possível influência de outras variáveis, além da massa corporal, nas alterações do  $VO_2$ máx. Armstrong e Welsman<sup>(33)</sup> utilizaram esse tipo de modelo para avaliar as mudanças no  $VO_2$ máx em crianças e adolescentes de 11 a 17 anos. Os autores verificaram que a massa corporal magra foi o principal fator de influência no aumento do  $VO_2$ máx e, além disso, que não houve nenhum efeito da concentração de hemoglobina sanguínea. Assim, a conclusão do trabalho indicou que mesmo quando o tamanho corporal e adiposidade foram consideradas, o  $VO_2$ máx aumentou com a idade e maturação em ambos os sexos, com uma progressiva divergência dos valores em favor dos meninos.

#### 4.2 AVALIAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

A aptidão cardiorrespiratória (ACR) pode ser definida como a habilidade de fornecer oxigênio aos músculos e de utilizá-lo para o fornecimento de energia durante os exercícios e, portanto, depende dos componentes pulmonares, cardiovasculares e hematológicos do fornecimento de oxigênio e dos mecanismos oxidativos dos músculos em exercício<sup>(27)</sup>. O índice que vem sendo amplamente reconhecido como um bom indicador da ACR, em crianças, adolescentes e adultos é o  $VO_2$ máx, já previamente definido<sup>(7)</sup>.

Neste sentido, torna-se importante enfatizar que o  $VO_2$ máx avalia parâmetros da potência aeróbia, geralmente confundida ou tratada como sinônimo de capacidade aeróbia. O primeiro conceito refere-se à quantidade máxima de energia que pode ser produzida pelo metabolismo aeróbio por determinada unidade de tempo. O segundo, por outro lado, representa a quantidade total de energia que pode ser fornecida pelo sistema aeróbio, melhor avaliado pelas respostas de lactato sanguíneo<sup>(14)</sup>.

No que diz respeito à determinação do  $VO_2$ máx, os primeiros trabalhos que investigaram esta temática foram conduzidos na década de 1920 por Hill e seus colaboradores<sup>(34,35)</sup>, quando observaram que a resposta de consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) é linear e progressiva, de acordo com a intensidade do exercício, até um ponto no qual o  $VO_2$  se estabiliza, mesmo com o aumento da intensidade do trabalho muscular. Este fenômeno ficou conhecido como platô de  $VO_2$  e, segundo os autores, a partir deste momento o exercício não seria mais sustentado por fontes predominantemente aeróbias de fornecimento de energia, mas sim anaeróbias.

Portanto, após os trabalhos de Hill et al<sup>(34,35)</sup> o fenômeno do platô de  $VO_2$  passou a ser utilizado como critério de determinação do  $VO_2$ máx em testes com exercícios máximos conduzidos em laboratório<sup>(8)</sup>. Apesar disso, muitos pesquisadores tem questionado tanto o conceito teórico quanto metodológico do platô de  $VO_2$ , com constantes debates sobre a validade deste tradicional modelo<sup>(36)</sup>.

Esta questão é ainda mais delicada quanto tratamos de jovens, visto que Astrand<sup>(37)</sup> foi um dos primeiros pesquisadores a observar em seus estudos que muitas crianças e adolescentes completavam testes com exercícios progressivos até a exaustão sem apresentar uma estabilização no  $VO_2$ . Posteriormente, outros trabalhos também confirmaram que uma minoria dos jovens demonstra o clássico platô de  $VO_2$ <sup>(38,39)</sup>. As principais causas apontadas para este fato seriam a falta de motivação que esta população encontra em realizar exercícios progressivos até a exaustão, e também, a baixa capacidade anaeróbia encontrada principalmente durante a infância, o que dificultaria a manutenção do trabalho muscular de alta intensidade nos minutos finais do exercício, conseqüentemente a exibição do platô de  $VO_2$ <sup>(40)</sup>.

Contudo, diante da constatação de que o platô de  $VO_2$  não vem sendo comumente observado em todos os jovens, critérios menos severos têm sido estabelecidos para a determinação do  $VO_2$ máx. Além disso, como o termo  $VO_2$ máx

depende da verificação de um platô de  $VO_2$ , considerou-se mais adequado adotar o termo pico de  $VO_2$  ou  $VO_{2pico}$ , ou seja, o mais alto  $VO_2$  obtido durante um teste progressivo até a exaustão, para descrever a aptidão aeróbia de jovens<sup>(27)</sup>.

Os principais parâmetros fisiológicos adotados para a determinação do  $VO_{2pico}$  incluem sintomas claros de cansaço, o aumento no  $VO_2$  inferior a 150 ml/min ou dois ml/kg/min nos estágios finais do exercício, o monitoramento da frequência cardíaca próxima dos 200 batimentos por minuto, uma razão de trocas respiratórias próxima ou maior que um. Assim, com o estabelecimento de um ou mais destes parâmetros pode-se considerar que o indivíduo realizou um esforço máximo<sup>(27,41)</sup>.

Estudos têm sido conduzidos no sentido de verificar a validade do  $VO_{2pico}$  como determinante do verdadeiro  $VO_{2máx}$ , durante esforços progressivos e máximos em crianças e adolescentes. Em grande parte destes trabalhos, não foram encontradas diferenças significantes nos parâmetros de  $VO_2$ , frequência cardíaca, razão de trocas respiratórias e concentrações de lactato sanguíneo, no momento do término do exercício, entre aqueles que demonstraram o platô de  $VO_2$  e os que não apresentaram este comportamento<sup>(40-42)</sup>.

Portanto, quando levamos em consideração a avaliação de populações pediátricas, parece que os indicadores relacionados ao  $VO_{2pico}$ , refletem de maneira adequada os limites da aptidão aeróbia de jovens. Além disso, um trabalho desenvolvido por Welsman et al.<sup>(43)</sup>, avaliou 20 crianças com idade média de 10,7 anos, em três testes progressivos máximos para determinação do  $VO_{2pico}$ , com uma semana de intervalo entre eles, com o objetivo de verificar a reprodutibilidade desse indicador. Os autores encontraram resultados de correlação elevados ( $r=0,96$ ) entre as três medidas, e um erro estimado de aproximadamente 4%, o que, segundo eles, parece ser próximo dos valores encontrados em avaliações de  $VO_{2máx}$  em adultos.

#### 4.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

A verificação da ACR, realizada pela avaliação do  $VO_{2máx}$ , pode ser determinada por meio de informações fornecidas por protocolos de medida direta, e

também por protocolos considerados indiretos, que envolvem valores preditos, geralmente obtidos por testes de campo.

#### 4.3.1 Método Direto de Avaliação do $VO_2$ máx

O método direto de avaliação do  $VO_2$ máx, por sistema de análise de gases metabólicos automatizado, é considerado bastante exato e preciso, além disso, demonstra boa concordância com a técnica da bolsa de Douglas, adotada como “padrão ouro” para este fim<sup>(9)</sup>. Baseia-se no mecanismo de verificação das trocas gasosas respiratórias realizadas pelo indivíduo, quando este é submetido a um teste de esforço progressivo até a exaustão. Para tanto, é feita a determinação dos volumes de oxigênio ( $VO_2$ ) e de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ) envolvidos na ventilação pulmonar, utilizando-se equipamentos de ergoespirometria complexos e sofisticados<sup>(44)</sup>.

Os procedimentos de avaliação por este método são conduzidos em ambiente laboratorial, e assim permite o maior controle de variáveis que podem eventualmente interferir nas respostas e indicadores fisiológicos durante o teste, dentre elas, a temperatura e umidade ambiente, bem como a motivação e concentração do avaliado. Além disso, a utilização de ergômetros para realização do trabalho muscular e de analisadores de gases sofisticados garantem maior confiabilidade dos resultados<sup>(14)</sup>.

A técnica de espirometria de circuito aberto computadorizada vem sendo uma das mais utilizadas para a avaliação direta do  $VO_2$ máx. De acordo com seus procedimentos de medida, o avaliado inspira ar ambiente, por intermédio de dispositivo tubular introduzido em sua boca ou, no caso de equipamentos mais modernos, esses dispositivos ocupam a região do nariz e boca, e fornece fluxo unidirecional. Assim, sua expiração é direcionada para uma câmara de mistura com analisadores eletrônicos de gases<sup>(44)</sup>.

Esses equipamentos eletrônicos consideram porcentagens constantes de oxigênio e de dióxido de carbono inspirados e, com a mensuração da ventilação pulmonar, é possível estabelecer as diferenças entre as medidas obtidas no ar inspirado e no ar expirado e, portanto, determinar a quantidade de oxigênio e

de dióxido de carbono produzida. A análise de gases computadorizada permite que essas informações sejam fornecidas em intervalos de segundos ou, até mesmo, a cada ciclo respiratório<sup>(44)</sup>.

Vale ressaltar que a determinação direta do  $VO_2$ máx pode ser realizada com a utilização de qualquer tipo de ergômetro e protocolo de teste. Adicionalmente, por conta da elevada sensibilidade dos espirômetros, a calibração dos equipamentos antes do início de cada teste de esforço é indispensável, uma vez que variações nas condições ambientais na sala de avaliação podem afetar as concentrações de oxigênio inspirado<sup>(14)</sup>.

Para avaliação de crianças e adolescentes, alguns aspectos devem ser levados em consideração, como por exemplo, a escolha do ergômetro para o teste. No caso do ergômetro de banco, crianças mais novas tem certa dificuldade em subir os degraus no ritmo determinado, além do complicador da diferença no comprimento das pernas, por isso geralmente não é indicado para jovens<sup>(30)</sup>.

Já a esteira e o cicloergômetro parecem ser mais apropriados, mas, considerando que o trabalho na esteira envolve uma maior quantidade de grupamentos musculares do que no cicloergômetro, e que o  $VO_2$ máx parece ser limitado em maior proporção por fatores centrais<sup>(45)</sup>, alguns trabalhos encontraram valores de  $VO_2$ máx mais elevados em testes realizados em esteira quando comparado ao cicloergômetro<sup>(46)</sup>. E quanto ao tipo de exercício na esteira, protocolos envolvendo corrida forneceram valores superiores de  $VO_2$ máx em comparação à protocolos de caminhada<sup>(30)</sup>.

Entretanto, o método direto de avaliação do  $VO_2$ máx possui algumas limitações para seu uso em estudos de base populacional e em alguns ambientes como escolas ou clubes. Dentre os principais complicadores estão o alto custo e complexidade no manuseio dos equipamentos, a necessidade de profissionais treinados para aplicação dos testes e maior tempo despendido na coleta das informações, o que prolongaria demais estudos com grandes amostras<sup>(12,24)</sup>.

#### 4.3.2 Método Indireto de Avaliação do $VO_2$ máx

Na impossibilidade de se determinar o  $VO_2$ máx pelo método direto, pode-se recorrer ao método indireto, que realiza estimativas dos valores de  $VO_2$ máx por intermédio do uso de modelos matemáticos, construídos especificamente para esta finalidade. O pressuposto teórico da predição do  $VO_2$ máx está alicerçado na suposta relação linear entre a intensidade do trabalho muscular e as respostas fisiológicas de frequência cardíaca e do  $VO_2$ , durante exercícios progressivos e máximos. Assim, à medida que o trabalho muscular e a frequência cardíaca se elevam, entende-se que o avaliado está consumindo maior quantidade de oxigênio<sup>(14)</sup>.

Os testes utilizados para predição do  $VO_2$ máx podem ser realizados em ergômetros de esteira, bicicleta, banco, entre outros, como no método direto, ou ainda contar com protocolos de campo. Os testes de campo para avaliação do  $VO_2$ máx geralmente envolvem exercícios de caminhada, corrida, ciclismo e natação, e protocolos com tempo ou distância pré estabelecidos, contínuos ou intermitentes, além de outros, que procuram apresentar velocidades progressivas a cada estágio, em distâncias fixas, registrando-se o estágio no qual o sujeito apresentou exaustão voluntária<sup>(14)</sup>.

As principais vantagens dos testes de campo são: o baixo custo operacional, pois não requerem equipamentos sofisticados e laboratórios; são facilmente administrados e os protocolos podem ser máximos e submáximos, o que diminui riscos no caso de populações especiais; avaliam um grande número de sujeitos simultaneamente, economizando tempo na realização de pesquisas de base populacional, além do fato do avaliado realizar o exercício em ambiente natural, no qual está habituado<sup>(11,18,47)</sup>.

Por outro lado, alguns fatores podem comprometer os resultados de testes de campo para predição do  $VO_2$ máx. Deve-se ter cautela na escolha do teste, bem como da fórmula utilizada para cálculo do  $VO_2$ máx, de acordo com a população estudada. Outro fator importante é a dificuldade em controlar as cargas de trabalho impostas no teste, uma vez que, dependem da percepção subjetiva do avaliado, além do menor controle das interferências ambientais e, por fim, como não se trata de uma avaliação direta, o erro de medida é maior<sup>(14)</sup>.

Como reflexo do grande interesse mundial pelo estudo das questões relacionadas à aptidão física de crianças e jovens, observada principalmente a partir da década de 1980, um grande número de baterias de testes de campo têm sido desenvolvidas para avaliar a aptidão física desta população. Dentre elas podemos citar alguns exemplos, como bateria europeia *Eurofit*<sup>(22)</sup>, e as americanas *Fitnessgram*<sup>(23)</sup>, desenvolvida pelo Instituto Cooper, e *Physical Best* da AAHPERD<sup>(21)</sup>, entre muitas outras de diferentes nacionalidades.

No que diz respeito aos testes que avaliam a ACR, diferentes protocolos compõem as várias baterias existentes. Podemos destacar como principais testes de campo o *shuttle run* de 20 metros<sup>(48)</sup>, a corrida/caminhada de ½ milha, 1 milha e 1,5 milha<sup>(21)</sup>, corrida/caminhada de 9 e 12 minutos<sup>(49)</sup>.

Os testes de campo, com já mencionado anteriormente, dependem de técnicas preditivas e, por isso, estão expostos a uma margem maior de erros. Desta forma, para que um teste de campo seja considerado bom, ele precisa apresentar boa validade, ou seja, deve produzir boas medidas da variável que ele se propõe a medir. O critério relacionado à validade de um teste de campo refere-se à extensão na qual seus resultados se correlacionam com a medida critério, chamada de “padrão ouro”<sup>(14)</sup>. Portanto, a validade é uma questão de grande importância, e que deve ser levada em consideração no momento da escolha de um protocolo de teste de campo.

Diante disso, alguns trabalhos começaram a investigar a validade de testes de campo para avaliação da aptidão física de crianças e jovens. Safrit<sup>(50)</sup> realizou uma revisão sobre a validade de testes de aptidão física para crianças. A autora analisou seis baterias de teste que considerou serem as mais utilizadas nos Estados Unidos, enfatizando os componentes da aptidão física relacionada à saúde. No que diz respeito ao componente da ACR, foi realizado um levantamento de alguns estudos de validade entre a distância de corrida e VO<sub>2</sub>máx, obtido por análise direta em testes progressivos máximos em ergômetro de bicicleta ou esteira.

Foram analisados cerca de 10 estudos, com diferentes protocolos de teste, contemplando corridas de 9 a 15 minutos, e distâncias de cerca de 500 metros a 1600 metros. Os resultados demonstraram coeficientes de validade que variaram de baixos a altos ( $r=0,22$  a  $r=0,90$ ). A autora ainda investigou a capacidade de generalização desta validade nas diferentes faixas etárias e sexos, aplicando um

modelo de generalização de validade nos dados dos 10 estudos, e verificou limitada generalização por sexo<sup>(50)</sup>.

Como conclusão, Safrit<sup>(50)</sup> coloca que as questões de validade e reprodutibilidade das baterias de testes, bem como dos critérios padrão de referência, devem ser tratados com maior atenção, pois como visto no caso dos testes de ACR, os resultados foram semelhantes nos testes das demais capacidades físicas, demonstrando grande variação entre as diferentes baterias.

Contudo, por volta de duas décadas atrás, e atrelado ao aumento no número de baterias de testes de aptidão física para jovens, houve um aumento no número de estudos com o objetivo de verificar a validade dos diferentes testes de campo envolvidos nestas baterias. No presente trabalho, ênfase será dada aos testes para avaliação do componente da ACR.

Os principais resultados de estudos não contemplados na revisão supracitada<sup>(50)</sup>, bem como outros trabalhos publicados a partir da década de 1990, são apresentados na Tabela 1. Todos os estudos incluídos foram classificados em qualidade de acordo com Castro-Piñero et al.<sup>(24)</sup>, que considerou três itens de análise: o número de sujeitos do estudo; a descrição da população por sexo, idade, estado de saúde, nível de aptidão física, etnia, estágio maturacional, nível de atividade física, composição corporal, entre outros; e as análises estatísticas incluídas no estudo. Assim, foram contemplados estudos classificados entre baixa e alta qualidade.

De um total de 25 estudos apresentados na Tabela 1, 15 investigaram o teste *suttle run* de 20 metros (SR-20m)<sup>(10,13,16,18,51-61)</sup>, 10 analisaram a validade de testes de corrida e/ou caminhada (½ milha, 1 milha, 9 e 12 minutos)<sup>(11,17-19,62-67)</sup> e quatro estudos investigaram outros protocolos envolvendo cicloergômetro, banco e natação<sup>(17,54,56,67)</sup>. Vale destacar que todos esses trabalhos utilizaram como padrão ouro de medida do VO<sub>2</sub>máx a análise de gases em testes progressivos e máximos, realizados em ergômetros de esteira ou bicicleta, com exceção de Ruiz et al.<sup>(13,58)</sup>, que utilizou o analisador de gases portátil durante a realização do teste SR-20m.

**Tabela 1** – Resumo dos estudos de validação de testes de campo para determinação do  $VO_2$ máx ou  $VO_2$ pico em crianças e adolescentes.

<b>Autor</b>	<b>Sujeitos</b>	<b>Teste</b>	<b>Padrão Ouro</b>	<b>Métodos Estatísticos</b>	<b>Principais Resultados</b>	<b>Conclusão</b>
Poortmans et al. <sup>(61)</sup>	Meninos e meninas=201 14-30 anos	SR-20m	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em cicloergômetro	Coefficiente de correlação (r)	$r=0,72$ , subestimando o $VO_2$ máx em 5,25% ou 2,71 ml/kg/min	O teste SR-20m demonstrou ser um bom preditor do $VO_2$ máx
Léger et al. <sup>(16)</sup>	Meninos e meninas=188 8-19 anos	SR-20m	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira	Coefficiente de correlação (r), regressão	$r=0,71$	O teste SR-20m demonstrou ser um bom preditor do $VO_2$ máx
Boreham et al. <sup>(54)</sup>	Meninos=23 Meninas=18 15-16 anos	PWC-170, SR-20m	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira	Regressão linear simples	$r=0,84$ entre PWC-170 e $VO_2$ máx; $r=0,87$ entre SR-20m e $VO_2$ máx	Ambos os testes podem ser considerados como validos preditores da ACR
Buono et al. <sup>(17)</sup>	Meninos=45 Meninas=45 10-18 anos	Corrida de 1 milha, teste de banco, teste de cicloergômetro	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira	Coefficiente de correlação (r), regressão linear múltipla, EPE, %	$r=-0,73$ entre 1 milha e $VO_2$ máx; $r=0,48$ entre banco e $VO_2$ máx; $r=0,49$ entre cicloergômetro e $VO_2$ máx; Equação de predição 1 milha $r=0,84$ , EPE=4,3 ml/kg/min ou 9%	Tempo de corrida no teste de 1 milha é um melhor preditor da ACR, quando comparado ao teste de banco e de cicloergômetro

Autor	Sujeitos	Teste	Padrão Ouro	Métodos Estatísticos	Principais Resultados	Conclusão
Anderson <sup>(18)</sup>	Meninos=13 10-12 anos Ativos	Corrida de 1600 metros, SR-20m	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em cicloergômetro	Coefficiente de correlação (r), teste <i>t Student</i> pareado	$r=-0,83$ entre tempo de corrida de 1600m e $VO_2$ máx; $r=0,72$ entre SR-20m e $VO_2$ máx; Diferença significativa entre $VO_2$ máx predito SR-20m e $VO_2$ máx, EM de 1,3 ml/kg/min	Ambos os testes podem ser considerados como validos preditores da ACR em um pequeno grupo de meninos ativos; deve-se ter cautela na utilização do $VO_2$ máx predito pelo SR-20m
Liu et al. <sup>(55)</sup>	Meninos=22 Meninas=26 12-15 anos	SR-20m	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira	Coefficiente de correlação (r), teste <i>t Student</i> pareado	$r=0,65$ entre $VO_2$ pico e N°voltas nos meninos; $r=0,51$ entre $VO_2$ pico e N°voltas nas meninas; $r=0,72$ entre $VO_2$ pico e $VO_2$ pico predito SR-20m, e não houve diferença significativa, EPE=5,27 ml/kg/min	Os coeficientes de correlação entre o N°voltas e $VO_2$ pico foram moderados para ambos os sexos, apesar de não ser verificada diferença significativa entre o $VO_2$ pico predito pelo SR-20m e $VO_2$ pico
Mahoney <sup>(56)</sup>	Meninos=53 Meninas=50 12 anos	PWC-170, SR-20m	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira (protocolo de Balke)	Coefficiente de correlação (r)	$r=0,83$ entre $VO_2$ pico e N°voltas nos meninos; $r=0,76$ entre $VO_2$ pico e N°voltas nas meninas; $r=0,54$ entre $VO_2$ pico e PWC-170 meninos; $r=0,18$ entre $VO_2$ pico e PWC-170 meninas	O teste SR-20m demonstrou ser um teste válido para predição da ACR de adolescentes pertencentes a diferentes raças; o PWC-170 mostrou-se inadequado para predizer a ACR nesta amostra

Autor	Sujeitos	Teste	Padrão Ouro	Métodos Estatísticos	Principais Resultados	Conclusão
Barnett et al. <sup>(10)</sup>	Meninos=27 Meninas=28 12-17 anos	SR-20m	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira	Coeficiente de correlação (r), regressão linear múltipla, EPE	r=0,72 entre VO <sub>2</sub> pico e equação de Léger, r=0,74; EPE=4,6 ml/kg/min entre VO <sub>2</sub> pico e velocidade máxima no SR-20m, r=0,82; EPE=4,0 ml/kg/min para nova equação	O teste SR-20m demonstrou ser um bom preditor do VO <sub>2</sub> pico
Cureton et al. <sup>(66)</sup>	Meninos=490 Meninas=263 8-25 anos	Corrida/ caminhada de 1 milha	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira	Coeficiente de correlação (r), regressão linear múltipla, EPE	r=0,71; EPE=4,8 ml/kg/min para equação de predição, r=0,72; EPE=4,8 ml/kg/min na validação cruzada	A equação generalizada forneceu estimativa válida do VO <sub>2</sub> pico em jovens e adultos jovens
McVeigh et al. <sup>(57)</sup>	Meninos=15 Meninas=18 13-14 anos	SR-20m	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira	Coeficiente de correlação (r), regressão linear múltipla, EPE	r=0,78 entre VO <sub>2</sub> pico e velocidade máxima no SR-20m meninos, r=0,79 entre VO <sub>2</sub> pico e velocidade máxima no SR-20m meninas, R <sup>2</sup> =0,68; EPE=3,23 ml/kg/min nos meninos, R <sup>2</sup> =0,85; EPE=2,4 ml/kg/min nas meninas	O teste SR-20m foi considerado válido para estimar o VO <sub>2</sub> pico de adolescentes

Autor	Sujeitos	Teste	Padrão Ouro	Métodos Estatísticos	Principais Resultados	Conclusão
Naughton et al. <sup>(52)</sup>	Meninos=235 Meninas=265 12-16 anos	SR-20m versão Européia (VE) SR-20m versão Canadense (VC)	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira	Coefficiente de correlação (r), teste <i>t Student</i> pareado	$r=0,93$ entre $VO_2$ máx e VE, $r=0,87$ entre $VO_2$ máx e VC, VE e VC foram diferentes do $VO_2$ máx, superestimando em VE=7,7% e VC=11,4%	Ambas as versões do teste SR-20m superestimaram o $VO_2$ máx, entretanto a VE é mais indicada para esta amostra
McSwegin et al. <sup>(65)</sup>	Meninos=20 Meninas=24 14-18 anos	Caminhada de 1 milha	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira (protocolo de Balke)	Coefficiente de correlação (r), EPE, EM, %E, teste <i>t Student</i> pareado	$r=0,84$ ; EPE=4,50 ml/kg/min; EM=7,16 ml/kg/min; %E=38,6 para equação de Dolgener, $r=0,80$ ; EPE=4,99 ml/kg/min; EM=5,17 ml/kg/min; %E=65,9 para equação de Kline	O teste de caminhada de 1 milha é aceitável para estimar a ACR se o $VO_2$ máx for estimado pela equação do <i>Rockport Fitness Walking Test</i>
Rowland et al. <sup>(63)</sup>	Meninos=36 12 anos	Corrida de 1 milha	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em cicloergômetro	Coefficiente de correlação (r)	$r=0,77$ entre $VO_2$ máx e velocidade de corrida,	A ACR quantificou apenas ¼ da variação do tempo na corrida de 1 milha. A ACR e a composição corporal explicaram 60% da variação no tempo de 1 milha

Autor	Sujeitos	Teste	Padrão Ouro	Métodos Estatísticos	Principais Resultados	Conclusão
Hunt et al. <sup>(47)</sup>	Meninos=42 Meninas=41 13-17 anos	Teste submáximo de 1 milha	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira	Coefficiente de correlação (r), ANOVA, EPE, ET	r=0,88, EPE=3,26 ml/kg/min para equação de predição,  r=0,88; EPE=3,34 ml/kg/min, ET=4,39 ml/kg/min na validação cruzada	O teste submáximo de 1 milha representa uma alternativa viável para determinação da ACR de em adolescentes. A equação teve acurácia suficiente para estimar VO <sub>2</sub> máx
Huse at al. <sup>(67)</sup>	Meninos=33 13-17anos nadadores	Teste de 12 minutos de natação	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira	Coefficiente de correlação (r), e coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> )	r=0,47; R <sup>2</sup> =0,22 entre VO <sub>2</sub> máx e distância de natação nos 12 minutos	O teste de 12 minutos de natação não representa um testes válido para avaliação da ACR de nadadores desta faixa etária
Drinkard et al. <sup>(64)</sup>	Meninos=10 Meninas=10 14 anos obesos	Teste corrida/caminhada de 9 e 12 minutos	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em cicloergômetro	Regressão linear simples	r=0,63 entre VO <sub>2</sub> máx e distância percorrida nos 9 minutos,  r=0,72 entre VO <sub>2</sub> máx e distância percorrida nos 12 minutos	O teste de corrida/caminhada de 12 minutos foi melhor preditor da ACR de adolescentes obesos, quando comparado com o teste de 9 minutos
Pitetti et al. <sup>(53)</sup>	Meninos=13 Meninas=38 8-15 anos	SR-20m	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira (protocolo de Bruce modificado)	Coefficiente de correlação (r), ANOVA, EPE	r=0,78 entre a equação de Fernhall e Léger  r=0,67; EPE=5,8 ml/kg/min na equação de Fernhall,  r=0,61; EPE=6,1 ml/kg/min na equação de Léger	Ambas as equações foram moderadamente relacionadas com o VO <sub>2</sub> pico, e apresentaram similar validade. A correlação entre as duas equações foi significativamente alta.

Autor	Sujeitos	Teste	Padrão Ouro	Métodos Estatísticos	Principais Resultados	Conclusão
Matsuzaka et al. <sup>(59)</sup>	Meninos=62 Meninas=70 8-17 anos	SR-20m	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira	Coefficiente de correlação (r), regressão <i>stepwise</i> , EPE, Bland-Altman	$R^2=0,81$ ; EPE=3,3 ml/kg/min, $r=0,77$ a $r=0,87$ entre o $VO_2$ pico mensurado e predito	O teste SR-20m parece ser um teste válido para a amostra estudada
Suminski et al. <sup>(51)</sup>	Meninos=58 Meninas=67 10-12 anos Eutróficos e Excesso de peso	SR-20m	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira (protocolo de Bruce)	Coefficiente de correlação (r), teste <i>t Student</i> pareado, EPE, Bland-Altman	$r=0,62$ e $P<0,001$ entre $VO_2$ pico mensurado e predito SR-20m, EPE=4,71 e 3,10 ml/kg/min para meninos e meninas, respectivamente, média das diferenças=1,07 e 0,27 ml/kg/min para meninos e meninas, respectivamente	O teste SR-20m combinado com a equação de Léger, é um método válido para predição do $VO_2$ pico em jovens Hispânicos, independente do estado nutricional
Li et al. <sup>(19)</sup>	Meninos=31 Meninas=43 12-16 anos	Caminhada de seis minutos	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira (protocolo de Bruce)	Coefficiente de correlação (r),	$r=0,44$ entre $VO_2$ máx mensurado e predito	Em crianças saudáveis, o teste de caminhada de seis minutos foi considerado válido para avaliar a aptidão e tolerância ao exercício
Mahar et al. <sup>(60)</sup>	Meninos=61 Meninas=74 12-14 anos	PACER SR-20m	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira	Coefficiente de correlação (r), regressão linear múltipla, EPE	$r=0,54$ , EPE=6,67 ml/kg/min entre $VO_2$ pico mensurado e predito pela equação de Léger, $r=0,65$ , EPE=6,38 ml/kg/min modelo de equação desenvolvido	O modelo de equação desenvolvido foi mais preciso do que a equação de Léger

Autor	Sujeitos	Teste	Padrão Ouro	Métodos Estatísticos	Principais Resultados	Conclusão
Ruiz et al. <sup>(13)</sup>	Meninos=122 Meninas=71 13-19 anos	SR-20m	Analisador de gases portátil durante o SR-20m	ANN, ANOVA, Bland-Altman, EPE, erro %	Equação de Léger: erro %=17,13; EPE=4,27 ml/kg/min; média das diferenças =4,9 ml/kg/min  Equação ANN: erro %=7,38; EPE=2,84 ml/kg/min; média das diferenças =0,5 ml/kg/min	Todas as medidas de erro foram muito baixas na equação baseada em ANN (que inclui: velocidade, gênero, idade, massa corporal e estatura), quando comparada à equação de Léger
Castro-Piñero et al. <sup>(62)</sup>	Meninos=34 Meninas=32 8-17 anos Treinados	Corrida/ caminhada de 1 milha	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira	Regressão, ANOVA de medidas repetidas, Bland-Altman, EPE, erro %, 95% IC	$R^2=0,52$ , EPE=3,2 ml/kg/min; erro%=32,2; média das diferenças = 10,01 ml/kg/min	A equação de Cureton não foi precisa para estimar o $VO_{2pico}$ de jovens treinados em corrida
Castro-Piñero et al. <sup>(11)</sup>	Meninos=44 Meninas=42 6-17 anos	Corrida/ caminhada de ½ milha	Análise de gases em teste contínuo, progressivo e máximo em esteira	Regressão múltipla, ANOVA de medidas repetidas, Bland-Altman, EPE, erro %, 95% IC	Nova equação: $R^2=0,44$ , EPE=4,4 ml/kg/min; erro %=13,9; média das diferenças= - 0,4 ml/kg/min  Equação de Fernhall: EPE=7,1 ml/kg/min; erro %=50,4; média das diferenças=18,1 ml/kg/min	A nova equação de regressão é válida para estimar o $VO_{2pico}$ , e mais precisa do que a equação de Fernhall, na amostra estudada

Autor	Sujeitos	Teste	Padrão Ouro	Métodos Estatísticos	Principais Resultados	Conclusão
Ruiz et al. <sup>(58)</sup>	Meninos=26 Meninas=22 13-19 anos	SR-20m	Analizador de gases portátil durante o SR-20m	Regressão múltipla, ANOVA de medidas repetidas, Bland-Altman, EPE, erro %, 95% IC	Equação de Ruiz: r=0,75; EPE=5,3 ml/kg/min; média das diferenças=3,7 ml/kg/min Equação de Léger: r=0,58; EPE=6,5 ml/kg/min; média das diferenças=5,5 ml/kg/min Equação Barnett 1): r=0,75; EPE=5,3 ml/kg/min; média das diferenças=2,9 ml/kg/min Equação Barnett 2): r=0,72; EPE=5,6 ml/kg/min; média das diferenças=1,3 ml/kg/min Equação Matsuzaka: r=0,73; EPE=5,5 ml/kg/min; média das diferenças=3,2 ml/kg/min	As equações de Ruiz e Barnett 2, parecem ser as melhores para estimar o VO <sub>2</sub> máx na presente amostra de adolescentes.

**Nota:** VO<sub>2</sub>máx ou VO<sub>2</sub>pico = consumo máximo de oxigênio determinado pelo padrão ouro de medida; r = coeficiente de correlação; R<sup>2</sup> = coeficiente de explicação; ACR = aptidão cardiorrespiratória; EPE = erro padrão de estimativa; EM = erro médio; %E = percentual de sujeitos que estiveram dentro do erro de medida; ET = erro total; ml/kg/min = valores relativos de consumo de oxigênio em mililitros por quilograma de massa corporal por minuto; PWC-170= teste de capacidade de trabalho físico a uma frequência cardíaca de 170 batimentos por minuto; SR-20m = teste *shuttle run* de 20 metros; N°voltas= número de voltas obtidas no testes SR-20m; PACER= Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run; ANN= modelo matemático baseado em redes neurais artificiais; IC= intervalo de confiança.

Alguns trabalhos que investigaram o teste SR-20m tentaram desenvolver equações para estimar o  $VO_2\text{máx}$ <sup>(10,13,16,57-60)</sup>, incluindo em seus modelos de regressão variáveis como sexo, idade, velocidade obtida no último estágio do teste, número de voltas, massa corporal, espessura de dobras cutâneas, IMC, entre outras. Seus resultados demonstraram valores de correlação variando de  $r=0,65$  a  $r=0,87$  e coeficiente de explicação entre  $R^2=0,68$  e  $R^2=0,85$ .

Por outro lado, vários trabalhos realizaram a validação cruzada de equações disponíveis na literatura<sup>(10,13,18,51,53,55,58,60)</sup>. Ruiz et al.<sup>(58)</sup> recentemente investigou a validade de cinco diferentes equações para estimativa do  $VO_2\text{máx}$  pelo teste SR-20m (Léger<sup>(16)</sup>; Barnett 1<sup>(10)</sup>; Barnett 2<sup>(10)</sup>; Matsuzaka<sup>(59)</sup>; Ruiz<sup>(13)</sup>). Os autores utilizaram uma amostra de 48 adolescentes de 13-19 anos, de ambos os sexos, e verificaram que as equações para predição do  $VO_2\text{máx}$  pelo teste SR-20m não devem ser utilizadas em escala individual, e sugerem que as equações desenvolvidas por Barnett 2<sup>(10)</sup> e Ruiz<sup>(13)</sup> parecem ser as mais precisas para a avaliação de adolescentes com as mesmas características.

No caso do teste de corrida/caminhada de 1 milha, alguns autores sugeriram equações para determinação do  $VO_2\text{máx}$  como, por exemplo, Buono et al.<sup>(17)</sup> que obtiveram um coeficiente de explicação de  $R^2=0,84$  e erro padrão de estimativa de 4,3 ml/kg/min para a equação proposta. Posteriormente, Cureton et al.<sup>(66)</sup> propõem uma equação generalizada para indivíduos de oito a 25 anos de idade, que considerou informações do tempo total do teste, idade, gênero e IMC, e apresentou bons valores de validação ( $r=0,72$  e erro padrão de estimativa de 4,8 ml/kg/min).

Neste sentido, a equação proposta por Cureton et al.<sup>(66)</sup> tem sido mais comumente utilizada para estimar o  $VO_2\text{máx}$  pelo teste de 1 milha, e portanto, selecionada pela bateria do *Fitnessgram*<sup>(23)</sup> para este fim. Mas, apesar disso, parece que a equação supracitada não prediz de maneira adequada o  $VO_2\text{máx}$  de crianças e adolescentes de 8-17 anos, treinados e com alta aptidão aeróbia, independente do sexo, idade e estado nutricional<sup>(62)</sup>.

Tais achados conflitantes quanto ao teste de corrida/caminhada de 1 milha podem, em parte, ser explicados pela sua natureza. Um dos maiores problemas deste teste, principalmente para crianças mais novas, é desenvolver um ritmo de corrida/caminhada adequado durante todo o percurso. Algumas delas iniciam o teste com velocidade muito alta e não conseguem manter este ritmo até o

término do teste, ou iniciam muito lentas e acabam finalizando o teste sem chegar ao esforço máximo<sup>(24)</sup>. E, pensando numa possível estratégia para amenizar estes problemas, que outras versões têm sido criadas, como o teste de caminhada de 1 milha<sup>(65)</sup>, o teste submáximo de 1 milha<sup>(47)</sup> e o teste de corrida/caminhada de ½ milha<sup>(11)</sup>.

Na tentativa de verificar a validade do teste de corrida/caminhada de ½ milha, Castro-Piñero et al.<sup>(11)</sup> realizaram um estudo com crianças de seis a 17 anos, e ainda verificaram a validade da equação de Fernhall em uma sub-amostra de 10-17 anos. A nova equação de regressão foi determinada avaliando-se vários erros de medida e também utilizando a análise de Bland-Altman. Assim, os autores encontraram que o tempo de corrida/caminhada de ½ milha, sexo e IMC foram significativamente associados com o  $VO_2$ pico. Concluíram que a nova equação é válida para estimar o  $VO_2$ pico e teve menores valores de erro comparada à equação de Fernhall, na sub-amostra de 10-17 anos (Tabela 1).

Como já mencionado anteriormente, na década de 1990, Safrit<sup>(50)</sup> realizou uma revisão sobre a validade e reprodutibilidade de testes de aptidão física em crianças. Portanto, com objetivo de atualizar os achados da revisão supracitada, Castro-Piñero et al.<sup>(24)</sup> revisou sistematicamente os critérios relacionados à validade de testes de campo para avaliar a aptidão física de jovens. Os autores consideraram três níveis de evidência para confirmar a validade de um teste. A evidência forte foi pautada nos achados de três ou mais estudos de alta qualidade; a evidência moderada em dois estudos de alta qualidade, e a evidência limitada em vários estudos de baixa qualidade, inconsistentes resultados de vários estudos de alta qualidade ou resultados baseados em um único estudo.

No que se refere ao componente da ACR, Castro-Piñero et al.<sup>(24)</sup> encontraram forte evidência de que o SR-20m é um teste válido para estimar a ACR de jovens, e que, em relação ao desenvolvimento de equações, parece que as equações de Barnett 2<sup>(10)</sup> e Ruiz<sup>(13)</sup> são as mais precisas para a estimativa do  $VO_2$ máx ou  $VO_2$ pico. Moderada evidência foi verificada para o teste de corrida/caminhada de 1 milha, com a equação de Cureton<sup>(66)</sup> sugerida como a mais precisa para estimar o  $VO_2$ máx ou  $VO_2$ pico de jovens não atletas.

Os testes de caminhada de 1 milha, submáximo de 1 milha e corrida/caminhada de ½ milha apresentaram limitada evidência de validade. Além disso, os demais testes como corridas/caminhadas de 9 e 12, ou ainda aqueles

envolvendo protocolos em cicloergômetro ou banco, não puderam ser classificados devido à escassez e inconsistência dos estudos<sup>(24)</sup>.

Apesar disso, deve-se ter cautela na interpretação dos resultados de estudos de validação, uma vez que, a maioria deles tem utilizado apenas a análise da correlação entre o método critério ou padrão ouro e os respectivos testes de campo, o que não reflete uma avaliação mais eficaz das medidas obtidas individualmente. Desta forma, torna-se necessário a utilização de recursos mais precisos para este fim, como por exemplo, a análise dos limites de concordância, que proporciona um diagnóstico mais criterioso acerca das informações produzidas pelos testes<sup>(20)</sup>.

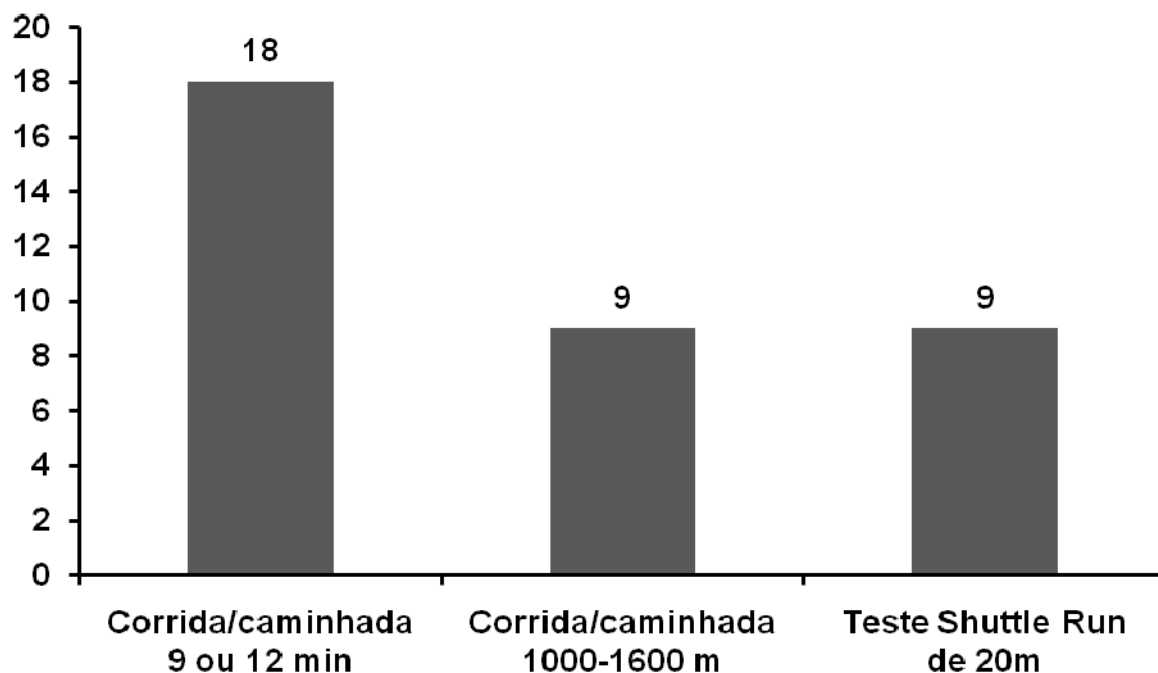
Para melhor ilustrar essas informações, entre os estudos apresentados na Tabela 1, apenas seis deles realizaram o procedimento de análise de concordância de Bland-Altman<sup>(15)</sup>, que fornece valores da média das diferenças, do desvio padrão dessas diferenças, dos limites de concordância inferior e superior e do intervalo de confiança, entre a medida critério e o teste de campo analisado. Além disso, o cálculo do erro padrão de estimativa foi demonstrado em apenas 14 estudos, de um total de 25.

Enfim, pode-se concluir que os testes de campo para avaliação da ACR de jovens estão se tornando uma alternativa bastante interessante e cada vez mais comum para os pesquisadores e profissionais da área. No Brasil, esta situação não é diferente, uma vez que muitos trabalhos científicos que investigaram a aptidão física de jovens também utilizaram protocolos de campo propostos pelas diferentes baterias de testes. Além disso, em situações do cotidiano, muitos profissionais têm utilizado os testes de campo para avaliação da aptidão física em ambientes escolares, esportivos e para prescrição e avaliação de programas de treinamento.

A Figura 1 ilustra uma relação de estudos originais publicados em periódicos nacionais, dissertações de mestrado e teses de doutorado, que utilizaram testes de campo para avaliação da ACR de crianças e adolescentes, a partir da década de 1990. Neste sentido, os testes que aparecem com maior frequência são as corridas/caminhadas de 9 ou 12 minutos, as corridas/caminhadas de 1000 a 1600 metros e o teste *suttle run* de 20 metros †.

---

† Verificar Tabela 2 (Apêndice C).



**Figura 1** – Testes de campo utilizados em trabalhos nacionais para avaliação da aptidão cardiorrespiratória de jovens. Total de 36 trabalhos selecionados descritos na Tabela 2.

**Tabela 2** – Estudos originais publicados em periódicos nacionais, dissertações de mestrado e teses de doutorado, que utilizaram testes de campo para avaliação da aptidão cardiorrespiratória de crianças e adolescentes.

Autor	Periódico Publicado	Sujeitos	Teste
Guedes et al. <sup>(1)</sup>	Cadernos de Saúde Pública	Meninos=615 Meninas=565 7-17 anos	Corrida de 1000 metros
Guedes et al. <sup>(2)</sup>	Revista Paulista de Educação Física	Meninos e Meninas=4289 7-17 anos	Corrida/caminhada de 9/12 minutos
Glaner <sup>(3)</sup>	Tese de Doutorado UFSM-RS	Meninos=721 Meninas=699 10,50-17,49 anos	Corrida/caminhada de 1600 metros
Glaner <sup>(4)</sup>	Revista Paulista de Educação Física	Meninos=231 17-20 anos	Corrida/caminhada de 1600 metros
Boelhouwer et al. <sup>(5)</sup>	Caderno de Educação Física: estudos e reflexões.	Meninos=57 Meninas=56 11-14 anos	Corrida/caminhada de 1609 metros
Ronque <sup>(6)</sup>	Dissertação de Mestrado UNICAMP-SP	Meninos=274 Meninas=237 7-10 anos	Corrida/caminhada de 9 minutos

<b>Autor</b>	<b>Periódico Publicado</b>	<b>Sujeitos</b>	<b>Teste</b>
Pezzetta et al. <sup>(7)</sup>	Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano	Meninos=457 8-10 anos	Corrida/caminhada de 9 minutos
Böhme <sup>(8)</sup>	Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano	Meninas=305 10-17 anos	Corrida/caminhada de 9 minutos
Nardo Jr et al. <sup>(9)</sup>	Revista da Educação Física da UEM	Meninos=38 Meninas=59 13-17 anos	Corrida/caminhada de 12 minutos
Bergmann et al. <sup>(10)</sup>	Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano	Meninos=31 Meninas=30 10 anos	Corrida/caminhada de 9 minutos
Fonseca <sup>(11)</sup>	Dissertação de Mestrado UCB-DF	Meninos=65 Meninas=79 15-18 anos	Corrida/caminhada de 1609 metros
Glaner <sup>(12)</sup>	Revista Brasileira de Educação Física e Esporte	Meninos=721 11-17 anos	Corrida/caminhada de 1600 metros
Ré et al. <sup>(13)</sup>	Revista Brasileira de Educação Física e Esporte	Meninos=268 10-16 anos	Corrida/caminhada de 9 minutos
Serassuelo Jr et al. <sup>(14)</sup>	Revista da Educação Física da UEM	Meninos=108 Meninas=127 11-12 anos	Corrida/caminhada de 9 minutos
Vasconcelos et al. <sup>(15)</sup>	Revista da Educação Física da UEM	Meninas=47 8-11 anos	<i>Shuttle run</i> de 20 metros
Alves <sup>(16)</sup>	Dissertação de Mestrado UFPR-PR	Meninos=387 Meninas=348 12-14 anos	<i>Shuttle run</i> de 20 metros
Bojikian et al. <sup>(17)</sup>	Revista Brasileira de Ciência e Movimento	Meninas=118 11-15 anos	Corrida/caminhada de 9 minutos
Garlipp <sup>(18)</sup>	Dissertação de Mestrado UFRGS-RS	Meninos=98 Meninas=114 7-14 anos	Corrida/caminhada de 9 minutos
Silva <sup>(19)</sup>	Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano	Meninos=191 Meninas=212 14,49-17,50 anos	Corrida/caminhada de 1600 metros
Bacciotti <sup>(20)</sup>	Dissertação de Mestrado Universidade de Brasília-DF	Meninos=58 Meninas=28 8-17 anos	Corrida/caminhada de 9 minutos

<b>Autor</b>	<b>Periódico Publicado</b>	<b>Sujeitos</b>	<b>Teste</b>
Ronque et al. <sup>(21)</sup>	Revista Brasileira de Medicina do Esporte	Meninos=274 Meninas=237 7-10 anos	Corrida/caminhada de 9 minutos
Stabelini Neto <sup>(22)</sup>	Dissertação de Mestrado UFPR-PR	Meninos=121 Meninas=128 12-16 anos	<i>Shuttle run</i> de 20 metros
Stabelini Neto et al. <sup>(23)</sup>	Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano	Meninos=189 8-17 anos	<i>Shuttle run</i> de 20 metros
Silva et al. <sup>(24)</sup>	Revista da Educação Física da UEM	Meninos=122 Meninas=136 14,49-15,51 anos	Corrida/caminhada de 1600 metros
Ulbrich et al. <sup>(25)</sup>	<i>Fitness e Performance</i>	Meninos=196 Meninas=79 6-16 anos	<i>Shuttle run</i> de 20 metros
Vasquez et al. <sup>(26)</sup>	Revista Brasileira de Medicina do Esporte	Meninos=450 Meninas=513 10-15 anos	PACER ( <i>Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run</i> )
Araújo et al. <sup>(27)</sup>	Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano	Meninos=146 Meninas=142 10-14 anos	<i>Shuttle run</i> de 20 metros
Bergmann et al. <sup>(28)</sup>	Revista Brasileira de Medicina do Esporte	Meninos=21 Meninas=20 13-14 anos	Corrida/caminhada de 9 minutos
Dórea et al. <sup>(29)</sup>	Revista Brasileira de Medicina do Esporte	Meninos=182 Meninas=160 7-12 anos	Corrida/caminhada de 9 minutos
Dumith et al. <sup>(30)</sup>	Revista Brasileira de Medicina do Esporte	Meninos=354 Meninas=311 7-15 anos	Corrida/caminhada de 9 minutos
Generosi et al. <sup>(31)</sup>	Revista Brasileira de Educação Física, Esporte, Lazer e Dança,	Meninos=89 Meninas=70 14-16 anos	Corrida/caminhada de 9 minutos
Ronque <sup>(32)</sup>	Tese de Doutorado UNICAMP-SP	Meninos=267 Meninas=243 7-10 anos	Corrida/caminhada de 9 ou 12 minutos
Stabelini Neto et al. <sup>(33)</sup>	Revista Brasileira de Hipertensão	Meninos=121 Meninas=128 12-16 anos	<i>Shuttle run</i> de 20 metros

<b>Autor</b>	<b>Periódico Publicado</b>	<b>Sujeitos</b>	<b>Teste</b>
Silva et al. <sup>(34)</sup>	Revista de Desporto e Saúde da Fundação Técnica e Científica do Desporto	Meninos=379 Meninas=404 7-14 anos	<i>Shuttle run</i> de 20 metros
Vitor et al. <sup>(35)</sup>	Revista Brasileira de Educação Física e Esporte	Meninos=218 12-16 anos	Corrida/caminhada de 9 minutos
Trentin et al. <sup>(36)</sup>	Movimento & Percepção	Meninos=44 Meninas=74 8-13 anos	Corrida de 1000 metros

**Nota:** Estes trabalhos constam na sessão Bibliografia Consultada, uma vez que não foi estabelecida análise crítica dos mesmos.

No entanto, apesar dos testes de campo serem bastante utilizados para avaliação da aptidão cardiorrespiratória de jovens brasileiros, como observado na figura acima, não existem estudos nacionais de validação destes testes de campo na população de crianças e adolescentes. Assim, a tomada de decisão por determinado teste de campo para uma população específica de jovens, baseia-se apenas em resultados de validações internacionais<sup>(11,24,58,62)</sup>, estudos nacionais realizados na população adulta<sup>(68)</sup>, ou ainda em procedimentos empíricos.

Neste sentido, iniciativas que procurem verificar a validade dos principais testes de campo utilizados para avaliação da aptidão cardiorrespiratória de jovens brasileiros, seriam de grande importância. Em adição a isso, espera-se que os resultados produzidos possam auxiliar os pesquisadores e profissionais da área na tomada de decisão sobre questões como a escolha do teste de campo mais adequado para determinada faixa etária e sexo.

## 5 MÉTODOS

### 5.1 SUJEITOS

Participaram do estudo 115 adolescentes, sendo 61 meninos ( $12,25 \pm 0,9$  anos) e 54 meninas ( $12,06 \pm 0,7$  anos), regularmente matriculados em uma instituição de ensino do município de Londrina - Paraná. Foram adotados como critérios de inclusão: pertencer à faixa etária preestabelecida e estar regularmente matriculado na escola pública selecionada e, como critérios de exclusão: apresentar algum problema físico que impedisse temporariamente ou definitivamente o indivíduo de ser submetido à administração dos testes motores e a não assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelo responsável.

O tamanho da amostra foi estabelecido de acordo com cálculo para comparação de médias dependentes, por meio da seguinte equação<sup>(69)</sup>:

$$n/\text{grupo} = [ ( z_{\alpha/2} + z_{\beta} ) d_{\Delta} / \Delta ]^2$$

Onde:  $d_{\Delta}$  = desvio padrão da diferença;  $\Delta$  = diferença esperada.

Adotou-se um valor de alfa de 5% e de beta igual a 20%, e com base na literatura<sup>(70)</sup> e em valores obtidos no estudo piloto, uma diferença esperada de 3,0 ml/kg/min e um desvio padrão da diferença igual a 4,0 ml/kg/min. Assim, foram estimados 20 sujeitos por grupo, sendo divididos por sexo (masculino e feminino), chegando-se a uma amostra total mínima sugerida de 40 sujeitos.

No momento inicial, após um contato prévio com a direção da escola e sabendo que a instituição possuía cerca de 250 alunos matriculados nas 5ª e 6ª séries do Ensino Fundamental, que contemplam a faixa etária dos 10 aos 13 anos, todos foram convidados a participar do estudo.

Os sujeitos e seus responsáveis foram previamente informados sobre a proposta do estudo e os procedimentos aos quais seriam submetidos e, assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de

Londrina (CEPE/UEL 202/07), de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos (Anexo A).

## 5.2 ANTROPOMETRIA

A massa corporal foi mensurada em uma balança de plataforma, digital, marca Urano, modelo PS 180, com precisão de 0,1 kg e, a estatura foi determinada por uma fita antropométrica fixada à parede, com precisão de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon et al.<sup>(71)</sup>. Todos os indivíduos foram medidos e pesados descalços, vestindo roupas leves.

O índice de massa corporal (IMC) foi determinado pelo quociente massa corporal/estatura<sup>2</sup>, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

## 5.3 COMPOSIÇÃO CORPORAL

A composição corporal foi estabelecida pela técnica de espessura do tecido celular subcutâneo. Três medidas foram coletadas em cada ponto anatômico preestabelecido, em seqüência rotacional, do lado direito do corpo, sendo registrado o valor mediano. Quando os valores referentes ao limite superior e/ou inferior superaram 5% o valor da mediana, uma nova série de três medidas foi efetuada. Para tanto, foram aferidas as dobras cutâneas da região subescapular e tricipital.

Tais medidas foram realizadas por um único avaliador com um adipômetro científico da marca Lange (Cambridge Scientific Instruments, Cambridge, MD), de acordo com as técnicas descritas por Harrison et al.<sup>(72)</sup>. A gordura corporal relativa foi estimada pelas equações de Slaughter et al.<sup>(73)</sup>.

## 5.4 MATURAÇÃO SEXUAL

A determinação da maturação sexual dos adolescentes foi feita pela auto-avaliação das características sexuais secundárias de pilosidade pubiana para rapazes e moças. Para isso, foram utilizadas as pranchas sugeridas por Tanner<sup>(74)</sup> (Apêndice B), que apresentam figuras classificadas de 1 a 5, de acordo com os estágios de desenvolvimento sexual. Assim, por inspeção visual, os adolescentes apontaram em qual dos estágios de maturação sexual ele melhor se enquadrava.

A avaliação foi realizada individualmente e em local isolado para garantir a total privacidade dos sujeitos, além disso, um colaborador do projeto do sexo masculino foi responsável pelas orientações dadas aos meninos e uma colaboradora do sexo feminino pelas orientações às meninas.

Foram considerados os pontos de corte para classificação do estágio de maturação propostos por Marshall e Tanner<sup>(75,76)</sup> que consideram estágio 1: pré-púbere; estágios 2 a 4: púbere e estágio 5: pós-púbere.

## 5.5 TESTE DIRETO

A análise direta do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) foi realizada em laboratório, por espirometria de circuito aberto, com a realização de um teste progressivo e máximo em ergômetro de esteira. O teste teve início com um aquecimento de três minutos, a uma velocidade de 6 km/h e 0% de inclinação e, posteriormente, a inclinação passou a 1% e a velocidade era aumentada em 1 km/h a cada minuto, mantendo-se a mesma inclinação, sucessivamente, até a finalização do teste. O protocolo utilizado foi testado em estudo piloto prévio, no qual adolescentes com as mesmas características e faixa etária, alcançaram seu esforço máximo em um intervalo de tempo entre oito e 12 minutos, o que vem sendo recomendado para a obtenção de indicadores da potência aeróbia em jovens<sup>(77)</sup>.

Para mensuração do  $VO_2$  durante o teste, foi utilizado um analisador de gases portátil modelo K4 b<sup>2</sup> (Cosmed, Rome, Italy), que forneceu informações dos parâmetros respiratórios a cada respiração e as médias eram fornecidas em intervalos

de 15 segundos. Antes de cada dia de avaliação era feita a calibração dos mecanismos analisadores de oxigênio e dióxido de carbono, de acordo com as recomendações do fabricante.

Para o encerramento do teste foram adotados os seguintes critérios: a) exaustão voluntária do sujeito, com o pedido de encerramento do teste; b) alcançar a frequência cardíaca máxima predita para idade ( $220 - \text{idade}$ ); c) razão de trocas respiratórias superior a 1,1; d) a detecção do platô na curva de  $\text{VO}_2$ , definido por um aumento inferior a 2 ml/kg/min no  $\text{VO}_2$  com a mudança de estágio no teste. Portanto, quando o sujeito manifestou uma ou mais destas características o teste foi encerrado e, então, o maior valor de  $\text{VO}_2$  obtido foi considerado o  $\text{VO}_{2\text{pico}}$ .

Vale ressaltar que os valores de  $\text{VO}_{2\text{pico}}$  foram apresentados de forma relativa (ml/kg/min) e ajustado alometricamente pelo expoente da massa corporal igual a  $0,67^{(78)}$  (ml/kg<sup>0,67</sup>/min), na tentativa de minimizar os efeitos do tamanho corporal nas análises.

## 5.6 TESTES DE CAMPO

Os sujeitos foram submetidos a um total de três testes de campo, com protocolos envolvendo esforços máximos, que tiveram um intervalo mínimo de 48 h entre eles.

A ordem de execução dos testes foi aleatorizada por turmas (séries) e, para tanto, foi utilizada uma tabela de números aleatórios. Assim, foi considerada a soma de dois números em cada coluna da tabela e, de acordo com o resultado, foi estabelecida a ordem de execução dos testes como, por exemplo:

Soma entre 1 e 3	—————→	Teste SR-20m
Soma entre 4 e 6	—————→	Teste COOPER
Soma entre 7 e 9	—————→	Teste MILHA

Então, se para a aleatorização dos testes de campo para a 5ª série A, obtivéssemos as somas de 5, 2 e 9, sua ordem de execução seria: 1º) Teste COOPER; 2º) Teste SR-20m e 3º) Teste MILHA. Desta forma foi conduzida a aleatorização dos testes de campo para todas as turmas que participaram do estudo.

Os indivíduos foram instruídos a não fazerem uso de medicamentos, fumar, comer, ingerir bebidas alcoólicas duas horas antes da realização de cada um dos testes de campo. Além disso, todos os sujeitos também foram orientados a não realizar qualquer tipo de exercício físico ao longo das 24 horas precedentes a cada teste. Os procedimentos adotados durante a aplicação de cada um desses testes é apresentada a seguir.

#### 5.6.1 Teste de Corrida/Caminhada de 9 Minutos (COOPER)

Este teste seguiu as recomendações de Cooper<sup>(49)</sup> e foi realizado em uma pista de atletismo oficial. O teste consiste em correr ou caminhar a máxima distância possível no tempo de 9 min. A distância foi controlada pelo número de voltas dadas na pista de 400 m, somando-se os metros adicionais. Os sujeitos foram orientados a manter o ritmo de passadas, embora seja permitido caminhar, trotar ou correr no decorrer do teste, além disso, para facilitar o processo de recuperação após o teste, foi recomendado que os sujeitos continuassem a caminhar.

Para a predição do  $VO_2$  (ml/kg/min) foi utilizada a fórmula generalizada proposta por Di Prampero<sup>(79)</sup>:

$$VO_2 = 0,2 \times VC + 3,5$$

Onde: VC = velocidade de corrida em metros por minuto.

#### 5.6.2 Teste de Corrida/Caminhada de 1 Milha (MILHA)

O teste de corrida/caminhada de 1 milha seguiu as recomendações propostas pelo manual do *Physical Best* da AAHPERD<sup>(21)</sup>. Foi realizado em pista de atletismo oficial e determina que o indivíduo percorra a distância aproximada de 1609 metros, que corresponde a quatro voltas na pista, em menor tempo possível. O resultado do teste é dado pelo registro do tempo total em minutos de cada avaliado.

Para a estimativa do  $VO_2$  (ml/kg/min) foi utilizada a fórmula sugerida por Cureton et al.<sup>(66)</sup>:

$$\text{VO}_2 = 108,94 - 8,41(T) + 0,34(T)^2 + 0,21(A \times G) - 0,84(\text{IMC})$$

Onde: T = tempo em minutos; A = idade em anos; G = sexo: 1 = masculino e 0 = feminino; IMC = índice de massa corporal.

### 5.6.3 Teste *Shuttle Run* de 20 Metros (SR-20m)

O teste SR-20m foi realizado em quadra coberta, com piso antiderrapante, em um espaço de 20 metros demarcado por duas linhas paralelas. Os avaliados foram instruídos a se deslocarem continuamente de uma extremidade à outra, de forma progressiva, até a exaustão e orientados por uma gravação sonora. A velocidade de corrida inicial é de 8,5 km/h com incrementos de 0,5 km/h a cada estágio de um minuto.

Durante a execução do teste os sujeitos foram estimulados e comunicados verbalmente a cada mudança de estágio. O protocolo para realização do teste, bem como os critérios adotados para sua finalização, seguiram as recomendações de Léger et al.<sup>(16)</sup>.

O  $\text{VO}_2$  foi calculado em ml/kg/min, por quatro diferentes equações:

**1) Léger et al.<sup>(16)</sup>:  $\text{VO}_2 = 31,025 + 3,238(V) - 3,248(A) + 0,1536(A \times V)$**

Onde: V = velocidade em km/h no último estágio atingido; A = idade em anos.

**2) Barnett et al.<sup>(10)</sup>:  $\text{VO}_2 = 25,8 - 6,6(G) - 0,2(\text{MC}) + 3,2(V)$**

Onde: G = gênero: 0 = masculino e 1 = feminino; MC = massa corporal ; V = velocidade em km/h no último estágio atingido.

**3) Matzusaka et al.<sup>(59)</sup>:  $\text{VO}_2 = 25,9 - 2,21(G) - 0,449(A) - 0,831(\text{IMC}) + 4,12(V)$**

Onde: G = gênero: 0 = masculino e 1 = feminino; A = idade em anos; IMC = índice de massa corporal; V = velocidade em km/h no último estágio atingido.

**4) Mahar et al.<sup>(60)</sup>:  $\text{VO}_2 = 47,438 + (\text{N}^\circ\text{VOLTAS} \times 0,242) + (G \times 5,134) - (\text{MC} \times 0,197)$**

Onde: N°VOLTAS = números de voltas no teste SR-20m; G = gênero: 1 = masculino e 0 = feminino; MC = massa corporal.

## 5.7 CONTROLE DE QUALIDADE DOS DADOS

A forma de obtenção dos dados, ou seja, as questões relacionadas às medidas desempenham um papel fundamental em qualquer trabalho científico. No entanto, apesar de todos os esforços, deve-se reconhecer que os instrumentos de medição são falhos e podem produzir algum tipo de erro de medida. Neste sentido, existem algumas estratégias que podem ser adotadas na tentativa de controlar e quantificar estes possíveis erros na obtenção de medidas antropométricas e de testes motores.

Inicialmente, antes da coleta definitiva dos dados, foi selecionado aleatoriamente um grupo de adolescentes com as mesmas características da amostra do estudo para compor o estudo piloto. Esse grupo foi submetido a duas séries de medidas sucessivas para verificar a reprodutibilidade dos avaliadores, a operacionalização das coletas dos dados e para verificar a calibragem dos equipamentos.

Assim, o grupo total (G1) foi composto por 63 adolescentes, sendo 31 meninos e 32 meninas, que realizaram medidas repetidas das variáveis antropométricas e o teste motor SR-20m. Levando em consideração a realização de medidas repetidas de três testes motores e, pensando nas questões relacionadas à motivação dos adolescentes para tal tarefa, foi selecionado dentro do G1, um grupo que faria a repetição do teste de COOPER (G2) representado por 38 sujeitos, sendo 17 meninos e 21 meninas. Da mesma forma, o grupo restante realizou o teste da MILHA (G3), contando com 28 adolescentes, sendo 15 meninos e 13 meninas. As informações descritivas da amostra total (G1) e dividida em grupos (G2 e G3) são apresentadas a seguir na Tabela 3.

**Tabela 3** – Características descritivas (valores medianos e intervalo interquartil) do grupo de adolescentes selecionados para a determinação da qualidade dos dados, de acordo com sexo e tamanho da amostra.

<b>G1</b>	<b>Meninos (n=31)</b>	<b>Meninas (n=32)</b>	<b>Total (n=63)</b>
<b>Idade (anos)</b>	12,20 (0,93)	11,70 (0,84)	12,00 (1,02)
<b>Massa corporal (kg)</b>	40,6 (20,6)	45,0 (10,1)	44,0 (16,0)
<b>Estatura (cm)</b>	148,0 (16,0)	151,0 (11,0)	149,0 (13,0)
<b>DCTR (mm)</b>	10,0 (11,0)	15,5 (7,0)	14,0 (9,0)
<b>DCSE (mm)</b>	6,0 (5,0)	10,0 (4,0)	8,0 (6,0)
<b>SR-20m (km/h)</b>	10,5 (1,0)	9,5 (0,5)	9,5 (1,5)
<b>G2</b>	<b>Meninos (n=17)</b>	<b>Meninas (n=21)</b>	<b>Total (n=38)</b>
<b>Idade (anos)</b>	11,67 (0,87)	11,58 (0,45)	11,58 (0,75)
<b>COOPER (m/min)</b>	145,55 (57,2)	128,88 (28,6)	138,94 (34,6)
<b>G3</b>	<b>Meninos (n=15)</b>	<b>Meninas (n=13)</b>	<b>Total (n=28)</b>
<b>Idade (anos)</b>	12,56 (2,59)	12,28 (0,65)	12,44 (0,57)
<b>MILHA (min)</b>	9,37 (2,77)	12,48 (2,08)	10,37 (3,77)

**Nota:** DCTR = dobra cutânea tricipital; DCSE = dobra cutânea subescapular; SR-20m = teste *shuttle run* de 20 metros; COOPER = teste de corrida e/ou caminhada de nove minutos; MILHA = teste de corrida e/ou caminhada de uma milha; m/min = metros por minuto; min = minuto.

Para verificar a extensão do erro do avaliador foi calculado o erro técnico de medida (ETM), expresso de forma absoluta e relativa. O ETM absoluto foi calculado pela raiz quadrada da soma das diferenças entre as duas aplicações, ao quadrado, dividida por duas vezes o número de pares<sup>(80)</sup>. Por outro lado, o ETM relativo foi estabelecido de acordo com Pederson e Gore<sup>(81)</sup>, mediante a divisão do ETM absoluto pelo valor médio da variável multiplicado por 100.

Adicionalmente, o coeficiente de correlação intraclassa (CCI) foi utilizado para verificar a consistência das medidas, a partir de informações da análise de variância de medidas repetidas. A Tabela 4 apresenta tais informações, conjuntamente com o ETM absoluto e relativo de todas as variáveis de campo envolvidas no trabalho.

**Tabela 4** – Erro técnico de medida intra-avaliador e coeficiente de correlação intraclasse entre duas séries de medidas repetidas de variáveis antropométricas e motoras em adolescentes.

Variáveis	ETM absoluto	ETM relativo	CCI *
<b>Massa corporal (kg)</b>	0,36	0,77	0,99
<b>Estatura (cm)</b>	0,57	0,37	0,99
<b>DCTR (mm)</b>	1,02	7,00	0,96
<b>DCSE (mm)</b>	0,72	7,30	0,96
<b>SR-20m (km/h)</b>	0,23	2,30	0,93
<b>COOPER (m/min)</b>	11,99	8,10	0,79
<b>MILHA (min)</b>	0,73	7,27	0,80

**Nota:** ETM = erro técnico de medida; CCI = coeficiente de correlação intraclasse; DCTR = dobra cutânea tricipital; DCSE = dobra cutânea subescapular; SR-20m = teste *shuttle run* de 20 metros; COOPER = teste de corrida e/ou caminhada de nove minutos; MILHA = teste de corrida e/ou caminhada de uma milha; m/min = metros por minuto; min = minuto.

\*  $P = 0,001$

Para as variáveis antropométricas de massa corporal e estatura, o ETM absoluto foi de baixa magnitude, correspondendo a 0,36 kg e 0,57 cm, respectivamente, o que indicou um ETM relativo inferior a 1% e CCI igual de  $r=0,99$ . Já para as variáveis indicadoras da composição corporal, a DCTR apresentou um ETM absoluto de 1,02 mm e a DCSE de 0,72 mm, o que produziu para ambas um ETM relativo próximo de 7% e CCI considerado elevado.

Neste sentido, de acordo com informações disponíveis na literatura<sup>(81)</sup>, podemos constatar que os avaliadores da massa corporal e estatura podem ser considerados experientes, pois apresentaram valores de ETM relativo inferiores a 1%. No caso das dobras cutâneas, o ETM relativo apresentou valor entre 7,0 e 7,3%, o que pode ser considerado aceitável.

Dentre os testes motores, o SR-20m foi o que apresentou os menores valores de ETM tanto absoluto, na magnitude de 0,23 km/h, quanto relativo igual a 2,3%, além do CCI de  $r=0,93$  e considerado bom. Os demais testes tiveram seus ETM relativos entre 7 e 8% e CCI que variaram de  $r=0,79$  a  $r=0,80$ .

## 5.8 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

O teste de *Kolmogorov-Smirnov* foi utilizado para avaliação da distribuição dos dados. Como o pressuposto de normalidade não foi confirmado em todas as variáveis, aquelas que não apresentaram normalidade (massa corporal, índice de massa corporal e percentual de gordura) foram corrigidas por logaritmo na base 10, para atender aos pressupostos da análise paramétrica. Neste sentido, para a caracterização da amostra foi utilizada a estatística descritiva de média como medida de tendência central, e o desvio padrão como medida de dispersão. A comparação das variáveis descritivas entre os sexos foi estabelecida pelo teste *t* de *Student* para amostras independentes.

A análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas foi empregada para as comparações entre o  $VO_2$  mensurado pelo teste direto e o  $VO_2$  estimado pelos testes de campo (SR-20m, COOPER e MILHA), de acordo com sexo, e, quando diferenças foram detectadas ( $P < 0,05$ ), o teste *post hoc* de *Bonferroni* foi utilizado para identificá-las. Previamente a aplicação da ANOVA para medidas repetidas, verificou-se o pressuposto de esfericidade pelo teste de *Mauchly* e, quando não atendido, foi realizada a correção de *Greenhouse-Geiser*. Para as variáveis em que a esfericidade não foi corrigida (*Greenhouse-Geiser*), as comparações foram estabelecidas pelo teste de *Friedman*, seguido do teste de *Wilcoxon* utilizado como *post hoc*.

A relação entre o  $VO_{2pico}$  mensurado pelo teste direto (variável dependente) e o  $VO_{2pico}$  estimado por cada teste de campo (variável independente) foi verificada pelo coeficiente de correlação linear de *Pearson* e também pela análise de regressão linear simples, indicando os valores de: intercepto da reta, inclinação da reta, coeficiente de correlação (*r*), erro padrão de estimativa (EPE). Além disso, foi determinado o coeficiente de variação (CV) pela divisão do EPE pela média do  $VO_2$  estimado pelos testes de campo, multiplicado por 100.

E, para verificar a concordância entre o  $VO_{2pico}$  mensurado de maneira direta e estimado pelos três testes de campo foi empregada a análise de *Bland e Altman*<sup>(15)</sup>, que forneceu informações quanto à média das diferenças, o desvio padrão da diferença, o intervalo de confiança (95%) e os limites de concordância superior e inferior. A tendência de medida foi analisada pela correlação entre a

diferença dos métodos e a média entre eles. O nível de significância adotado para todas as análises foi de  $P < 0,05$  e, os dados foram tratados no pacote computacional SPSS versão 17.0.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS SUJEITOS

As características descritivas da amostra estratificada por sexo são apresentadas na Tabela 5. Foram observadas diferenças significantes ( $P < 0,05$ ) entre meninos e meninas apenas para o  $VO_2$  relativo à massa corporal utilizando a proporção padrão (ml/kg/min),  $VO_2$  absoluto (L/min) e  $VO_2$  ajustado pelo expoente alométrico da massa corporal (ml/kg<sup>0,67</sup>/min), com valores mais elevados para os meninos em todas as variáveis.

Quanto à classificação pelo estado nutricional, os indivíduos eutróficos apresentaram valores inferiores ( $P < 0,05$ ) para todas as variáveis descritivas, com exceção da idade. Vale destacar que, para o  $VO_2$  relativo, este comportamento se inverte, com valores mais elevados nos eutróficos. Mas, quando o  $VO_2$  foi representado de maneira absoluta, também se verificou diferença significativa, porém em favor dos adolescentes com excesso de peso e, ainda, quando houve o ajuste pelo expoente 0,67 da massa corporal e pela massa corporal magra, as diferenças permaneceram, porém não significantes ( $P > 0,05$ ).

Entre os adolescentes classificados de acordo com o nível de atividade física habitual, diferença significativa ( $P < 0,05$ ) foi detectada apenas para o  $VO_2$  ajustado pelo expoente alométrico da massa corporal (ml/kg<sup>0,67</sup>/min), com os valores superiores atribuídos aos sujeitos ativos em relação aos insuficientemente ativos.

**Tabela 5** – Características descritivas e  $VO_2$  mensurado pelo método de referência (valores de média  $\pm$  desvio padrão) dos adolescentes de acordo com sexo, estado nutricional e atividade física habitual.

Variáveis	Meninos (n=61)	Meninas (n=54)	Total (n=115)
<b>Idade (anos)</b>	12,25 $\pm$ 0,9	12,06 $\pm$ 0,7	12,16 $\pm$ 0,8
<b>Massa Corporal (kg)</b>	47,47 $\pm$ 13,6	45,05 $\pm$ 13,2	46,33 $\pm$ 13,4
<b>Estatura (cm)</b>	150,88 $\pm$ 7,7	150,40 $\pm$ 7,3	150,65 $\pm$ 7,5
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	20,66 $\pm$ 4,7	19,66 $\pm$ 4,3	20,19 $\pm$ 4,5
<b>% Gordura</b>	23,74 $\pm$ 12,3	24,11 $\pm$ 9,0	23,91 $\pm$ 10,8
<b><math>VO_2</math> (ml/kg/min)</b>	49,94 $\pm$ 9,5	42,18 $\pm$ 7,4*	46,30 $\pm$ 9,4
<b><math>VO_2</math> (L/min)</b>	2,25 $\pm$ 0,4	1,87 $\pm$ 0,4*	2,07 $\pm$ 0,4
<b><math>VO_2</math> (ml/kg<sup>0,67</sup>/min)</b>	175,52 $\pm$ 26,4	144,98 $\pm$ 18,4*	161,18 $\pm$ 27,5

**Nota:** IMC = índice de massa corporal; % Gordura = gordura corporal relativa;  $VO_2$  (ml/kg/min) = consumo de oxigênio relativo em mililitros de oxigênio por quilograma de massa corporal por minuto;  $VO_2$  (L/min) = consumo de oxigênio absoluto em litros de oxigênio por minuto;  $VO_2$  (ml/kg<sup>0,67</sup>/min) = consumo de oxigênio relativo em mililitros de oxigênio por quilograma de massa corporal ajustada pelo expoente alométrico 0,67 por minuto;

\* =  $P < 0,05$  entre sexo.

A maturação sexual também foi uma variável investigada com o objetivo de caracterização da amostra. Os adolescentes fizeram a auto avaliação das características sexuais secundárias de pilosidade pubiana para ambos os sexos e, foram classificados em pré-púberes (estágio 1), púberes (estágios 2 a 4) e pós-púberes (estágio 5)<sup>(105,106)</sup>. Portanto, a amostra final obteve 95% dos adolescentes classificados como púberes, o que corresponde a 109 sujeitos. Dentre os 5% que não foram incluídos (seis adolescentes), um encontrava-se na categoria pré-púbere e cinco na categoria pós-púbere para maturação sexual.

## 6.2 COMPARAÇÃO, DESEMPENHO E CONCORDÂNCIA ENTRE O VO<sub>2</sub> MENSURADO PELO MÉTODO DE REFERÊNCIA E ESTIMADO PELOS TRÊS TESTES DE CAMPO, DE ACORDO COM SEXO

A Tabela 6 apresenta a comparação dos valores de VO<sub>2</sub> relativo (ml/kg/min) e ajustado pelo expoente alométrico da massa corporal (ml/kg<sup>0,67</sup>/min), mensurado pelo teste direto e estimado pelos testes de campo SR-20m, COOPER e MILHA, de acordo com sexo.

A análise de variância para medidas repetidas identificou para o VO<sub>2</sub> relativo diferenças significantes ( $P < 0,05$ ) entre todos os testes para ambos os sexos, ou seja, o VO<sub>2</sub> mensurado pelo método de referência foi considerado diferente do VO<sub>2</sub> estimado pelos três testes de campo, exceto para as meninas em relação ao VO<sub>2</sub> estimado pelo teste da MILHA, que não foi considerado estatisticamente diferente ( $P > 0,05$ ) do VO<sub>2</sub> mensurado pelo teste direto.

**Tabela 6** – Comparação dos valores (média ± desvio padrão) de VO<sub>2</sub> relativo (ml/kg/min) e ajustado pelo expoente alométrico 0,67 (ml/kg<sup>0,67</sup>/min) mensurado pelo método de referência e estimado pelos testes de campo SR-20m, COOPER e MILHA, de acordo com sexo.

	DIRETO	SR-20m	COOPER	MILHA
<b>ml/kg/min</b>				
Meninos (n=61)	49,94 ± 9,5	41,58 ± 4,2 <sup>a,c,d</sup>	34,91 ± 5,6 <sup>a,b,d</sup>	44,87 ± 5,4 <sup>a,b,c</sup>
Meninas (n=54)	42,18 ± 7,4	39,73 ± 3,2 <sup>a,c,d</sup>	29,88 ± 5,6 <sup>a,b,d</sup>	43,34 ± 6,4 <sup>b,c</sup>
<b>ml/kg<sup>0,67</sup>/min</b>				
Meninos (n=61)	175,5 ± 26,4	146,92 ± 15,5 <sup>a,c,d</sup>	122,95 ± 17,5 <sup>a,b,d</sup>	157,88 ± 13,1 <sup>a,b,c</sup>
Meninas (n=54)	144,98 ± 18,4	138,05 ± 12,1 <sup>c,d</sup>	103,62 ± 14,6 <sup>a,b,d</sup>	149,92 ± 18,1 <sup>b,c</sup>

**Nota:** DIRETO = VO<sub>2</sub> mensurado pelo teste direto; SR-20m = VO<sub>2</sub> estimado pelo teste *shuttle run* de 20m utilizando a equação de Léger et al.<sup>(16)</sup>; COOPER = VO<sub>2</sub> estimado pelo teste de corrida/caminhada de 9 min utilizando a equação de DiPrampere<sup>(79)</sup>; MILHA = VO<sub>2</sub> estimado pelo teste de corrida/caminhada de 1 milha utilizando a equação de Cureton et al.<sup>(66)</sup>.

<sup>a,b,c,d</sup> =  $P < 0,05$  em que: <sup>a</sup> diferente do DIRETO; <sup>b</sup> diferente do SR-20m; <sup>c</sup> diferente de COOPER; <sup>d</sup> diferente da MILHA.

Quando o  $VO_2$  foi ajustado pelo expoente alométrico da massa corporal ( $ml/kg^{0,67}/min$ ), houve apenas uma alteração nas meninas, na qual além do  $VO_2$  estimado pelo teste da MILHA, o  $VO_2$  apresentado pelo teste SR-20m também não foi considerado diferente ( $P > 0,05$ ) do  $VO_2$  mensurado pelo teste direto.

A Tabela 7 traz as informações da comparação entre o  $VO_2$  mensurado pelo método de referência e estimado pelo teste SR-20m utilizando quatro diferentes equações disponíveis na literatura<sup>(10,16,59,60)</sup>, de acordo com sexo.

**Tabela 7** – Comparação dos valores (média  $\pm$  desvio padrão) de  $VO_2$  relativo ( $ml/kg/min$ ) mensurado pelo método de referência e estimado pelo teste de campo SR-20m por quatro equações: Léger et al.<sup>(16)</sup>, Barnett et al.<sup>(10)</sup>, Matsuzaka et al.<sup>(59)</sup> e Mahar et al.<sup>(60)</sup>, de acordo com sexo.

	DIRETO	SR-20m Léger	SR-20m Barnett	SR-20m Matsuzaka	SR-20m Mahar
Meninos (n=61)	49,94 $\pm$ 9,5	41,58 $\pm$ 4,2 <sup>a,c,d,e</sup>	47,75 $\pm$ 4,5 <sup>a,b,d,e</sup>	43,72 $\pm$ 6,3 <sup>a,b,c,e</sup>	50,19 $\pm$ 5,1 <sup>b,c,d</sup>
Meninas (n=54)	42,18 $\pm$ 7,4	39,73 $\pm$ 3,1 <sup>a,e</sup>	40,29 $\pm$ 3,8 <sup>a,e</sup>	40,69 $\pm$ 5,0 <sup>a,e</sup>	43,78 $\pm$ 4,9 <sup>a,b,c,d</sup>

**Nota:** DIRETO =  $VO_2$  mensurado pelo teste direto; SR-20m Léger =  $VO_2$  estimado pelo teste *shuttle run* de 20m utilizando a equação de Léger et al.<sup>(16)</sup>; SR-20m Barnett =  $VO_2$  estimado pelo teste *shuttle run* de 20m utilizando a equação de Barnett et al.<sup>(10)</sup>; SR-20m Matsuzaka =  $VO_2$  estimado pelo teste *shuttle run* de 20m utilizando a equação de Matsuzaka et al.<sup>(59)</sup>; SR-20m Mahar =  $VO_2$  estimado pelo teste *shuttle run* de 20m utilizando a equação de Mahar et al.<sup>(60)</sup>.

<sup>a,b,c,d,e</sup> =  $P < 0,05$  em que: <sup>a</sup> diferente do DIRETO; <sup>b</sup> diferente do SR-20m Léger; <sup>c</sup> diferente do SR-20m Barnett; <sup>d</sup> diferente do SR-20m Matsuzaka; <sup>e</sup> diferente do SR-20m Mahar. As comparações foram estabelecidas pelo teste de *Friedman*.

Para os meninos, todas as equações estimaram o  $VO_2$  de forma diferente entre si ( $P < 0,05$ ) e, apenas o  $VO_2$  predito pela equação de Mahar et al.<sup>(60)</sup> não foi diferente do  $VO_2$  mensurado pelo teste direto ( $P > 0,05$ ). No caso das meninas, somente o  $VO_2$  calculado pela equação de Mahar et al.<sup>(60)</sup> foi diferente de todas as outras estimativas e, vale ressaltar, que o  $VO_2$  predito pelas quatro equações foram diferentes do  $VO_2$  mensurado pelo método de referência.

Os resultados da relação entre o  $VO_2$  mensurado pelo método de referência e estimado pelos três testes de campo, de acordo com sexo são descritos na Tabela 8.

Foram adotados os pontos de corte sugeridos por Vincent<sup>(113)</sup> para classificação dos valores absolutos do coeficiente de correlação ( $r$ ) em alto:  $\geq 0,90$ ;

moderado: 0,70 a 0,80; baixo: 0,50 a 0,70 e muito baixo: < 0,50. Neste sentido, as correlações encontradas no presente estudo e consideradas estatisticamente significantes ( $P < 0,05$ ) variaram de  $r=0,31$  a  $r=0,80$ , ou seja, de muito baixas a moderadas.

**Tabela 8** – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre o  $VO_2$  relativo (ml/kg/min) mensurado pelo teste direto e estimado por diferentes equações, de acordo com sexo.

Variáveis	Meninos (n=61)	Meninas (n=54)	Total (n=115)
<b>VO<sub>2</sub>SR-20m - Léger</b>	0,60 **	0,49 **	0,60 **
<b>VO<sub>2</sub>SR-20m - Barnett</b>	0,77 **	0,72 **	0,79 **
<b>VO<sub>2</sub>SR-20m - Matsuzaka</b>	0,79 **	0,69 **	0,77 **
<b>VO<sub>2</sub>SR-20m - Mahar</b>	0,77 **	0,71 **	0,80 **
<b>VO<sub>2</sub>COOPER - Di Prampero</b>	0,65 **	0,47 **	0,66 **
<b>VO<sub>2</sub>MILHA - Cureton</b>	0,76 **	0,31 *	0,55 **

**Nota:** VO<sub>2</sub>SR-20m-Léger = consumo de oxigênio relativo estimado no teste *shuttle run* de 20m pela equação proposta por Léger et al.<sup>(16)</sup>; VO<sub>2</sub>SR-20m-Barnett = consumo de oxigênio relativo estimado no teste *shuttle run* de 20m pela equação proposta por Barnett et al.<sup>(10)</sup>; VO<sub>2</sub>SR-20m-Matsuzaka = consumo de oxigênio relativo estimado no teste *shuttle run* de 20m pela equação proposta por Matsuzaka et al.<sup>(59)</sup>; VO<sub>2</sub>SR-20m-Mahar = consumo de oxigênio relativo estimado no teste *shuttle run* de 20m pela equação proposta por Mahar et al.<sup>(60)</sup>; VO<sub>2</sub>COOPER-DiPrampero = consumo de oxigênio relativo estimado no teste de corrida/caminhada de 9 min pela equação proposta por Di Prampero<sup>(79)</sup>; VO<sub>2</sub>MILHA-Cureton = consumo de oxigênio relativo estimado no teste de 1 milha pela equação proposta por Cureton et al.<sup>(66)</sup>.

\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,001$ .

Destacam-se os valores mais elevados de correlação para  $VO_2$  estimado pelo teste SR-20m pelas equações de Barnett et al.<sup>(10)</sup>, Matsuzaka et al.<sup>(59)</sup> e Mahar et al.<sup>(60)</sup>, para meninos, meninas e ambos ( $r=0,69$  a  $r=0,80$ ). Mas, apesar disso, ainda são considerados moderados valores de coeficiente de correlação entre o método de referência e o teste de campo avaliado.

Adicionalmente à verificação dos coeficientes de correlação, foi realizada a análise de regressão linear simples para verificar o desempenho dos testes de campo e suas respectivas equações (variáveis independentes) como variáveis preditivas do  $VO_2$  avaliado pelo método de referência (variável dependente), além da análise de concordância entre eles. Na Tabela 9 são apresentados os resultados da regressão entre o  $VO_2$  mensurado diretamente e

cada um dos três testes de campo, bem como informações sobre a concordância entre as técnicas, por sexo.

Na análise do desempenho do  $VO_2$  estimado pelo teste SR-20m como preditor do  $VO_2$  mensurado pelo método de referência, considerando o sexo, os valores do intercepto não foram diferentes do valor zero da linha de identidade ( $P > 0,05$ ) para meninos e meninas. Por outro lado, os dados de inclinação foram estatisticamente diferentes de um ( $P < 0,05$ ) para ambos os sexos.

O erro padrão de estimativa (EPE) foi na magnitude de 7,70 para os meninos e 6,49 ml/kg/min para as meninas, observando-se também que os valores individuais de  $VO_2$  estimados pelo teste SR-20m variaram cerca de 16 a 18% da média (CV). Além disso, as estimativas fornecidas pelo teste SR-20m foram consideradas diferentes dos valores mensurados pelo teste direto para os meninos (viés = 8,36 ml/kg/min,  $P < 0,05$ ) e para as meninas (viés = 2,45 ml/kg/min,  $P < 0,05$ ), com maior subestimação dos valores nos meninos.

Para o  $VO_2$  estimado pelo teste de COOPER, os meninos não obtiveram diferença no valor do intercepto em relação à reta de identidade ( $P > 0,05$ ), porém o mesmo não foi observado para a inclinação ( $P < 0,05$ ) e para ambas as meninas. Os valores de EPE foram bastante semelhantes aos encontrados para o teste SR-20m, sendo 7,31 ml/kg/min e 6,59 ml/kg/min para meninos e meninas, respectivamente, com variação de 21-22% da média. Da mesma forma, o  $VO_2$  foi significativamente subestimado para meninos (viés = 15,03 ml/kg/min,  $P < 0,05$ ) e meninas (viés = 12,29 ml/kg/min,  $P < 0,05$ ), mas, em maior magnitude quando comparado ao teste SR-20m.

Os resultados do teste da MILHA demonstraram o mesmo comportamento do teste de COOPER em relação aos valores de intercepto e inclinação, com apenas o intercepto não apresentando diferença da linha de identidade para os meninos ( $P > 0,05$ ). Nesse teste, o EPE foi aparentemente menor para os meninos (6,20 ml/kg/min) quando comparado com as meninas (7,11 ml/kg/min) e, os CV foram inferiores aos testes SR-20m e COOPER. Vale destacar que, para as meninas, houve uma superestimação do  $VO_2$  predito, porém não foi estatisticamente significativa (viés = -1,16 ml/kg/min,  $P > 0,05$ ), já para os meninos o teste da MILHA subestimou os valores de  $VO_2$  (viés = 5,07 ml/kg/min,  $P < 0,05$ ).

**Tabela 9** – Critérios de desempenho: intercepto, inclinação, coeficiente de correlação (r), erro padrão de estimativa (EPE), coeficiente de variação (CV) e concordância (viés, limites e tendência) entre o VO<sub>2</sub> mensurado pelo método de referência e estimado pelos três testes de campo SR-20m, COOPER e MILHA, por sexo.

	Intercepto	Inclinação	r	EPE	CV	Concordância		
						Viés	Limites	Tendência
<b>SR-20m</b>								
Meninos (n=61)	- 6,31	1,35 <sup>b</sup>	0,60	7,70	18,52	8,36 <sup>a</sup>	23,60; - 6,89	< 0,001
Meninas (n=54)	-3,57	1,15 <sup>b</sup>	0,49	6,49	16,33	2,45 <sup>a</sup>	15,08; - 10,19	< 0,001
<b>COOPER</b>								
Meninos (n=61)	11,07	1,11 <sup>b</sup>	0,65	7,31	20,94	15,03 <sup>a</sup>	29,28; 0,77	< 0,001
Meninas (n=54)	19,48 <sup>a</sup>	0,76 <sup>b</sup>	0,47	6,59	22,05	12,29 <sup>a</sup>	25,28; - 0,69	< 0,001
<b>MILHA</b>								
Meninos (n=61)	- 10,02	1,34 <sup>b</sup>	0,76	6,20	13,82	5,07 <sup>a</sup>	17,65; - 7,51	< 0,001
Meninas (n=54)	26,69 <sup>a</sup>	0,36 <sup>b</sup>	0,31	7,11	16,40	- 1,16	14,80; - 17,12	= 0,264

**Nota:** SR-20m = VO<sub>2</sub> estimado pelo teste *shuttle run* de 20m pela equação proposta por Léger et al.<sup>(16)</sup>; COOPER = VO<sub>2</sub> estimado pelo teste de corrida/caminhada de 9min pela equação proposta por DiPrampo.<sup>(79)</sup>; MILHA = VO<sub>2</sub> estimado pelo teste de corrida/caminhada de 1 milha pela equação proposta por Cureton et al.<sup>(66)</sup>.

<sup>a</sup> = diferente de 0,  $P < 0,05$ ; <sup>b</sup> = diferente de 1,  $P < 0,05$ .

Foi realizada também a análise proposta por Bland e Altman<sup>(15)</sup> para verificação dos limites de concordância entre a medida do VO<sub>2</sub> obtida pelo método de referência e pelos testes de campo SR-20m, COOPER e MILHA. Esse procedimento de análise estatística por diagramas de dispersão com a plotagem dos valores médios dos resultados dos testes (eixo x) e as diferenças individuais entre os testes (eixo y), permite visualizar as diferenças médias e os limites extremos de concordância, para um intervalo de confiança (IC) a 95% (+1,96 DP, -1,96 DP). Além disso, há a possibilidade de identificar tendência na avaliação pelas técnicas testadas, por meio de uma correlação entre a média e a diferença do método critério e do teste investigado.

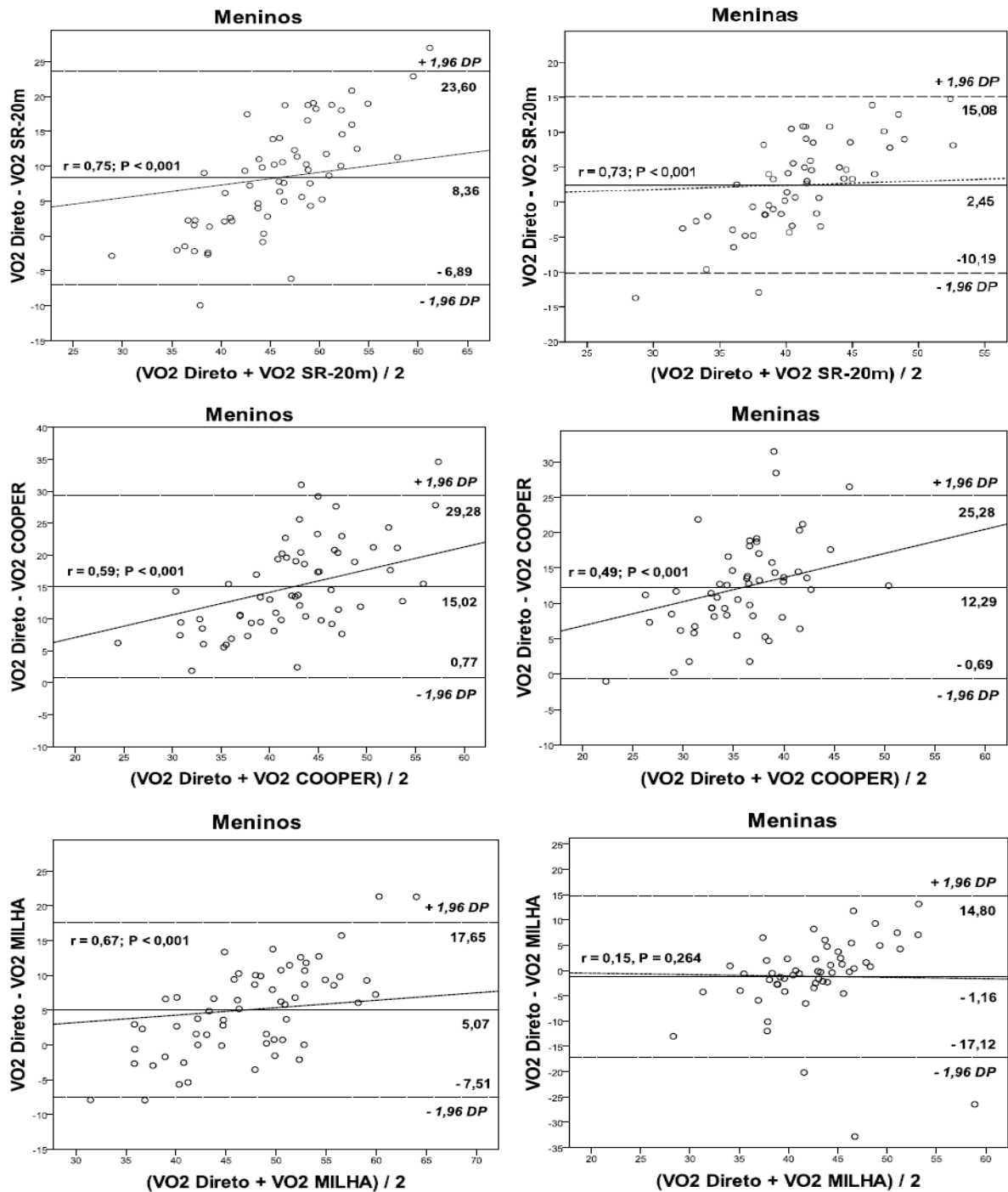
A Figura 4 ilustra as informações individuais de concordância entre o  $\text{VO}_2$  mensurado pelo método de referência e o  $\text{VO}_2$  estimado pelo teste SR-20m utilizando a equação de Léger et al.<sup>(16)</sup>, pelo teste de COOPER por meio da equação de Di Prampero<sup>(79)</sup> e pelo teste da MILHA com equação de Cureton et al.<sup>(66)</sup>, por sexo. Vale ressaltar que, na interpretação das figuras, as duas linhas tracejadas extremas representam o limite superior e inferior para o IC a 95%, a linha cheia representa a média das diferenças (viés) e a linha única e levemente tracejada demonstra a reta de tendência, com um valor de correlação ( $r$ ) e significância ( $P$ ).

Nas análises considerando o sexo masculino, os limites de concordância foram na ordem de  $8,36 \pm 15,25$  ml/kg/min,  $15,03 \pm 14,25$  ml/kg/min e  $5,07 \pm 14,25$  ml/kg/min, para os testes SR-20m, COOPER e MILHA, respectivamente. Houve indicativo de tendência na variabilidade individual na estimativa do  $\text{VO}_2$  pelos três testes de campo ( $P < 0,001$ - Tabela 9).

Para as meninas os resultados foram semelhantes, com limites de concordância na magnitude de  $2,45 \pm 12,64$  ml/kg/min para o teste SR-20m,  $12,29 \pm 12,98$  ml/kg/min no teste de COOPER e  $-1,16 \pm 15,96$  ml/kg/min no teste da MILHA. Da mesma forma, foi identificada tendência na estimativa do  $\text{VO}_2$  para os testes ( $P < 0,001$ - Tabela 9), com exceção do teste da MILHA, no qual não foi encontrada associação entre a média e a diferença entre os testes ( $r = 0,15$ ;  $P = 0,264$ ). Este fato indica que o erro de medida ocorre da mesma forma, independente do valor de  $\text{VO}_2$  encontrado (alto ou baixo).

Enfim, de acordo com as análises de desempenho e concordância entre o  $\text{VO}_2$  mensurado pelo método padrão e estimado pelos diferentes testes de campo, para os meninos todos os testes apresentaram tendência de medida ( $P < 0,001$ ), porém, o teste da MILHA foi o que melhor explicou a variabilidade dos resultados obtidos no teste direto ( $R^2 = 0,58$ ) e, além disso, demonstrou menor média das diferenças ( $5,07 \pm 12,58$  ml/kg/min).

No caso das meninas, o teste da MILHA foi o único que não apresentou associação entre a diferença e a média dos valores de  $\text{VO}_2$  mensurado e estimado ( $r = 0,15$ ;  $P = 0,264$ ) e teve o menor valor de média das diferenças ( $-1,16 \pm 15,96$  ml/kg/min), mas foi capaz de explicar em apenas 9% a variabilidade no  $\text{VO}_2$  direto. Por outro lado, o teste SR-20m também obteve um valor de média das diferenças considerado baixo nas meninas ( $2,45 \pm 12,64$  ml/kg/min), conseguindo explicar em aproximadamente 24% o valor da variável dependente.



**Figura 2** – Concordância entre  $VO_2$  mensurado pelo método de referência ( $VO_2$  Direto) e o  $VO_2$  estimado pelo teste SR-20m pela equação de Léger et al.<sup>(16)</sup> ( $VO_2$  SR-20m), pelo teste de COOPER pela equação de Di Prampero<sup>(79)</sup> ( $VO_2$  COOPER) e pelo teste da MILHA pela equação de Cureton et al.<sup>(66)</sup> ( $VO_2$  MILHA), por sexo.

## 7 DISCUSSÃO

O objetivo principal do presente estudo foi verificar a ACR estimada por três diferentes testes de campo em adolescentes, por meio de comparação, correlação, desempenho e concordância entre o  $VO_2$  mensurado pelo método de referência e o  $VO_2$  estimado pelos protocolos testados. Foram analisados os testes: SR-20m, utilizando-se a equação de Léger et al.<sup>(16)</sup>, bem como outras três equações preditivas disponíveis na literatura (Barnett et al.<sup>(10)</sup>, Matsuzaka et al.<sup>(59)</sup> e Mahar et al.<sup>(60)</sup>) para comparação dos resultados; COOPER, no qual testou a fórmula generalizada proposta por Di Prampero<sup>(79)</sup> e o teste da MILHA que estimou o  $VO_2$  pela equação de Cureton et al.<sup>(66)</sup>.

Neste sentido, os resultados demonstraram que a maioria dos testes de campo e suas respectivas equações (SR-20m-Léger; COOPER-DiPrampero e MILHA-Cureton) subestimaram os valores de  $VO_2$  mensurados pelo teste direto ( $P < 0,05$ ) para a amostra estratificada por sexo, com exceção do teste da MILHA para as meninas (viés = -1,16 ml/kg/min;  $P > 0,05$ ). No caso do teste SR-20m, aparentemente todas as equações preditivas estimaram o  $VO_2$  de forma diferente da análise direta, com exceção da equação de Mahar et al.<sup>(60)</sup> nos meninos.

Adicionalmente, as informações fornecidas pela análise de desempenho (regressão) e concordância foram preocupantes, visto que todas as estimativas de  $VO_2$  não foram capazes de explicar adequadamente o valor de  $VO_2$  mensurado pelo método padrão e, apresentaram grande amplitude nos limites de concordância, além de tendência de medida significativa e positiva, o que nos leva a interpretação cautelosa dos resultados obtidos.

### 7.1 CONTROLE DE QUALIDADE DOS DADOS

Informações quanto aos valores limite para se considerar um teste motor reproduzível são escassas, o que têm dificultado o estabelecimento de critérios de qualidade para estas variáveis. No entanto, confrontando nossos dados com um trabalho desenvolvido no Brasil, pode-se observar que para o teste de COOPER, o

ETM absoluto foi bastante semelhante ao encontrado no presente estudo, variando de 10,66 a 11,23 m/min para meninos e meninas, respectivamente<sup>(82)</sup>.

Em complemento às informações fornecidas pelo cálculo do ETM, foi utilizado o CCI, que pode ser caracterizado como uma análise univariável capaz de fornecer indicativos quanto à ordem e magnitude das variações entre duas ou mais séries de tentativas em um mesmo teste ou medida e, conseqüentemente, reflete o quanto estável e/ou consistente são esses resultados<sup>(83)</sup>. Portanto, o CCI, assim como qualquer coeficiente momento-produto, tem como resultado valores de correlação ( $r$ ) entre zero e uma unidade positiva, sendo que quanto mais próximo de um, melhor será a reprodutibilidade das medidas.

Assim, para classificação de uma série de medidas de acordo com os valores do CCI, podemos recorrer a alguns pontos de corte preestabelecidos na literatura: acima de 0,90, alta reprodutibilidade; de 0,80 a 0,89, moderada reprodutibilidade; e abaixo de 0,79, fraca reprodutibilidade, conforme classificação proposta por Vincent<sup>(83)</sup>.

Desta forma, as informações referentes às variáveis antropométricas de massa corporal, estatura, dobras cutâneas e também o teste motor SR-20m tiveram valores de  $r$  (CCI) superiores a 0,90, que podem ser caracterizados como variáveis de alta reprodutibilidade. Por outro lado, os testes motores da MILHA e COOPER apresentaram moderada reprodutibilidade com  $r=0,80$  e  $r=0,79$ , respectivamente.

Informações sobre a reprodutibilidade de testes motores também foram observadas por Lopes et al.<sup>(84)</sup>, em uma amostra de jovens de seis a 10 anos de idade, do Arquipélago dos Açores em Portugal. Os valores de  $r$  para os testes motores variaram de 0,65 a 0,96, sendo que no teste da MILHA, os valores foram bastante semelhantes ao presente estudo, principalmente para a região do Pico que obteve  $r=0,80$ . Neste sentido, os autores relataram que suas informações apresentaram elevada reprodutibilidade, com exceção apenas do teste de abdominal ( $r=0,65$ ) para a região do Faial.

De acordo com a classificação adotada para o presente estudo, os resultados de reprodutibilidade considerados moderados (MILHA e COOPER), podem ser explicados, em parte, pelas questões relacionadas à motivação dos adolescentes para realização dos testes motores e, além disso, a amostra que realizou o teste de COOPER (G2) tinha aparentemente menor idade mediana do que

a amostra que realizou o teste da MILHA e também o SR-20m (11,58; 12,44; 12,00 anos; respectivamente), o que pode influenciar de certa forma a compreensão da tarefa motora a ser executada.

Assim, de maneira geral, pode-se considerar que os dados observados na Tabela 4, demonstram que as informações produzidas pelos avaliadores podem ser consideradas de aceitáveis a elevada qualidade em relação à sua consistência e estabilidade. Este fato credencia as análises subseqüentes dos dados, garantindo precisão e visão crítica dos resultados.

## 7.2 VALIDADE DO TESTE *SHUTTLE RUN* DE 20M (SR-20M)

Uma variedade de protocolos de testes baseados em campo tem sido propostos como alternativa viável e de baixo custo para avaliação da ACR, visto que a análise direta de  $VO_2$ , considerada padrão ouro de medida, implica em alto custo, utilização de equipamentos sofisticados e demanda muito tempo para avaliação de grandes amostras. Neste sentido, o teste SR-20m preconizado por Léger e Lambert<sup>(48)</sup> e depois adaptado para crianças e adolescentes<sup>(16)</sup>, vem sendo um dos testes mais utilizados para avaliação da ACR, além de ser recomendado por diferentes baterias de testes para avaliação da aptidão física relacionada à saúde de jovens, com destaque para a *Eurofit*<sup>(22)</sup> e *Fitnessgram*<sup>(23)</sup>.

A partir disso, muitos trabalhos vêm investigando a validade do teste SR-20m, bem como da sua equação original<sup>(16)</sup>, para estimativa do  $VO_2$  em jovens<sup>(10,18,51-61)</sup>, além daqueles que propõem novos modelos de regressão para estimativa do  $VO_2$  para diferentes faixas etárias e nacionalidades<sup>(10,13,16,57-60)</sup>. No entanto, até o presente momento, não existem trabalhos publicados que verificaram a validade do teste SR-20m e as diferentes equações propostas para avaliação do  $VO_2$ , em jovens brasileiros.

No presente trabalho comparamos o  $VO_2$  estimado pela equação de Léger et al.<sup>(16)</sup> com os valores de  $VO_2$  mensurado pelo método de referência, de acordo com sexo. Assim, para as análises utilizando valores relativos (ml/kg/min), a estimativa do  $VO_2$  pelo teste SR-20m foi diferente do  $VO_2$  padrão para meninos e meninas.

Na tentativa de minimizar possíveis efeitos do tamanho corporal nas análises, os valores de  $VO_2$  foram ajustados alometricamente para o expoente 0,67 da massa corporal ( $ml/kg^{0,67}/min$ )<sup>(78)</sup>. Contudo, após as comparações utilizando os valores devidamente ajustados, os resultados de maneira geral não se alteraram, houve apenas a remoção da diferença entre o  $VO_2$  predito e mensurado para as meninas. Diante disso, apesar da literatura apontar que o tamanho e composição corporal tenham influência direta nos valores de  $VO_2$  obtidos durante o período de crescimento e desenvolvimento<sup>(27-31)</sup>, especificamente neste trabalho, parece que o tamanho corporal apenas modificou o resultado das análises no sexo feminino.

Os valores de correlação entre o  $VO_2$  mensurado pelo método de referência e o estimado pelo teste SR-20m utilizando-se a equação original, verificados no presente estudo tiveram variação de  $r=0,49$  a  $r=0,60$  para as estratificações por sexo. Esses valores são considerados inferiores ao coeficiente de correlação encontrado no estudo original de Léger et al.<sup>(16)</sup> ( $r=0,71$ ). No entanto, resultados nesta magnitude também foram observados em alguns trabalhos mais recentes como: Mahar et al.<sup>(60)</sup> ( $r=0,54$ ), Ruiz et al.<sup>(58)</sup> ( $r=0,58$ ), Pitetti et al.<sup>(53)</sup> ( $r=0,61$ ) e Suminski et al.<sup>(51)</sup> ( $r=0,62$ ).

Tais achados poderiam ser explicados em parte pelas questões relacionadas à eficiência mecânica ou economia de movimento que, juntamente com  $VO_{2máx}$  e a capacidade aeróbia, determinam a ACR<sup>(77)</sup>. Assim, a eficiência mecânica não consegue ser totalmente quantificada com a utilização da idade cronológica como variável preditora do  $VO_2$ , isso devido à grande variabilidade interindividual na idade biológica, o que acaba implicando diretamente no desempenho deste tipo de teste e, possivelmente, contribuindo para os baixos valores de correlação encontrados em alguns trabalhos com crianças e adolescentes e, principalmente quando comparados com os coeficientes determinados em adultos<sup>(59)</sup>.

Neste sentido, extrapolando as possíveis explicações supracitadas para o presente estudo, pode-se chegar à conclusão de que talvez, a técnica utilizada para verificação da idade biológica dos sujeitos (maturação sexual<sup>(74)</sup>) não tenha representado um método sensível de detecção de diferenças interindividuais, visto que a maioria dos sujeitos foram classificados como púberes (95%), mas esta classificação abrange respostas que variam do estágio 2 ao 4 de maturação sexual.

De acordo com a literatura<sup>(24)</sup>, grande parte dos trabalhos que procuraram validar testes e equações preditivas utilizaram apenas a análise do coeficiente de correlação entre o  $VO_2$  mensurado pelo método de referência e os parâmetros fornecidos pelo teste investigado. Entretanto, a análise de correlação é capaz de indicar apenas a força e a direção de uma relação entre duas variáveis, não quantificando a magnitude das diferenças individuais entre os escores produzidos pela medida padrão e pelo valor estimado a ser testado<sup>(15)</sup>.

Diante disso, realizamos no presente trabalho a análise de regressão linear simples para determinação do desempenho dos testes de campo avaliados em prever o valor do  $VO_2$  mensurado, adicionalmente à análise de concordância e tendência entre as medidas (Tabela 9; Figura 2).

Considerando os resultados de desempenho, o  $VO_2$  estimado pelo teste SR-20m por meio da equação proposta por Léger et al.<sup>(16)</sup> apresentou valores insatisfatórios para a inclinação (diferente de 1;  $P < 0,05$ ) em relação à reta de identidade, para todos os grupos de análise. Os limites de concordância demonstraram grande amplitude, sendo que os melhores resultados foram encontrados para as meninas, com média das diferenças de 2,45 ml/kg/min e limites de concordância de 23,60/-6,89 ml/kg/min, o que vem a confirmar as evidências preliminares apontadas pelas comparações.

Matsuzaka et al.<sup>(59)</sup> também investigaram a validade do teste SR-20m e da equação original em crianças, adolescentes e adultos Japoneses, e estratificaram a amostra por sexo. Os autores verificaram para as meninas ( $n=70$ ) resultados satisfatórios em relação à inclinação da reta ( $0,05$ ;  $P > 0,05$ ), e inferiores para a média das diferenças (-0,3 ml/kg/min) e limites de concordância (7,7/-7,2 ml/kg/min). Por outro lado, os valores de erro padrão de estimativa (EPE) observados no presente estudo para as meninas (EPE=6,5 ml/kg/min) foram ao encontro dos valores determinados em outros trabalhos (EPE=5,4 ml/kg/min)<sup>(10,55,60)</sup>.

Neste sentido, diante das evidências conflitantes de validação do teste SR-20m para estimativa do  $VO_2$  pela equação de Léger et al.<sup>(16)</sup>, é que novas equações foram sendo criadas e testadas em diferentes populações. Pensando nisso que, dentre os objetivos específicos do presente trabalho, incluímos a comparação do  $VO_2$  estimado por três diferentes equações<sup>(10,59,60)</sup>, além da original<sup>(16)</sup>, considerando sexo (Tabela 7).

A média do  $\text{VO}_2$  mensurado pelo teste direto não foi considerada diferente ( $P > 0,05$ ) apenas do  $\text{VO}_2$  estimado pela equação de Mahar et al.<sup>(60)</sup> para os meninos. Assim, vale destacar que a equação idealizada por Mahar et al.<sup>(60)</sup> foi construída a partir de dados de adolescentes norte americanos e, obteve coeficiente de correlação original inferior ( $r=0,65$ ) ao encontrado no presente estudo para os meninos ( $r=0,77$ ), meninas ( $r=0,71$ ) e a amostra total ( $r=0,80$ ).

Os resultados apresentados corroboram informações disponíveis na literatura, no sentido de que a equação original proposta por Léger et al.<sup>(16)</sup> possui sérias limitações para a predição do  $\text{VO}_2$  de adolescentes na faixa etária compreendida entre 11 e 13 anos<sup>(13,24,58)</sup>. Assim, algumas hipóteses podem ser levantadas como, por exemplo, o fato de que a tarefa motora envolvida na realização do teste SR-20m parece ser maior do que aquela exigida em protocolos de corrida em esteira, utilizados para avaliação laboratorial do  $\text{VO}_2$ , visto que, os adolescentes já iniciam o teste a uma velocidade considerada moderada a alta (8,5 km/h), e precisam acelerar e desacelerar a todo o momento para cumprir o percurso de vai e vem determinado no teste.

Adicionalmente, este comportamento parece ter sido observado em um trabalho realizado por Metsios et al.<sup>(85)</sup> que obteve valores de  $\text{VO}_2$  em protocolo de Bruce modificado em esteira ( $48,1 \pm 2,39$  ml/kg/min) inferiores ( $P < 0,001$ ) aos mensurados diretamente durante a realização do teste SR-20m ( $52,3 \pm 2,28$  ml/kg/min).

Como alternativa para o problema das possíveis diferenças encontradas entre as tarefas motoras em esteira e durante a realização do SR-20m, alguns trabalhos vem realizando a avaliação direta do  $\text{VO}_2$  por meio de analisadores de gases portáteis, que permitem a avaliação do  $\text{VO}_2$  pelo método de referência durante a execução do teste em campo<sup>(13,58)</sup>. No entanto, esta realidade ainda não é comum em trabalhos realizados nacionalmente.

Além do fato supracitado, outras possíveis hipóteses podem ser levantadas na tentativa de entender os resultados contraditórios produzidos pelas diferentes equações para avaliação do  $\text{VO}_2$  pelo teste SR-20m no presente trabalho. A tarefa motora de corrida contínua e em velocidades progressivas, pode não ser um tipo de exercício culturalmente difundido no Brasil, quando comparado a outros países que incentivam mais esta prática.

E também, a questão relacionada à motivação dos jovens para realização do teste parece ser bastante importante, uma vez que, os resultados dependem da percepção subjetiva de esforço dos sujeitos para alcançarem o esforço máximo exigido. Assim, deve-se ter cautela e estar atento à padronização das instruções fornecidas pelos avaliadores antes do início do teste, bem como o fato de que os jovens devem ser incentivados verbalmente durante todo momento.

Por fim, no presente estudo houve a tentativa de quantificar os possíveis erros de medida atribuídos aos instrumentos e avaliadores e, para o teste SR-20m, os resultados de reprodutibilidade foram considerados bons ( $r=0,93$ ) e o erro absoluto e relativo intra-avaliador foi na magnitude de 0,23 km/h e 2,3%, respectivamente, para a variável velocidade final alcançada.

### 7.3 VALIDADE DO TESTE DE CORRIDA/CAMINHADA DE 9 MINUTOS (COOPER)

O teste de COOPER foi originalmente proposto por Kenneth Cooper na década de 1960<sup>(49)</sup>, para avaliação da ACR de adultos e, determina que os indivíduos corram e/ou caminhem a máxima distância possível no tempo de 12 minutos. Posteriormente foi criado o teste de 9 minutos, como uma adaptação do teste de COOPER para jovens com idade até os 12 anos e, a partir daí, foi estabelecido também como uma possível alternativa para a avaliação da ACR pela bateria de testes do *Physical Best*<sup>(21)</sup>, que recomenda além do teste de 1 milha, qualquer outro testes de corrida/caminhada acima de seis minutos.

O interesse pela investigação do teste de COOPER em jovens se deu pelo fato de que, a utilização de testes de campo para avaliação da ACR vem se tornando uma alternativa bastante interessante tanto para os pesquisadores da área, quanto para os profissionais envolvidos com a avaliação da aptidão física em ambientes escolares, esportivos e, com objetivo de prescrição e acompanhamento de programas de treinamento. Além disso, segundo um breve levantamento de estudos originais publicados em periódicos nacionais, dissertações de mestrado e teses de doutorado, que utilizaram testes de campo para avaliação da ACR de crianças e adolescentes, (Tabela 2), no Brasil os testes que aparecem com maior frequência são as corridas/caminhadas de 9 e/ou 12 minutos.

No entanto, diferente do teste SR-20m e da MILHA, o teste de COOPER não possui uma equação específica para a estimativa do  $VO_2$  de crianças e adolescentes. Os trabalhos que utilizam o teste de COOPER para avaliação da ACR, geralmente utilizam apenas a distância total percorrida em metros ou a velocidade (m/min), para classificação dos jovens em aptos ou não aptos.

Portanto, na ausência de uma equação de regressão que estime o  $VO_2$  pelo teste de COOPER, optamos pela equação generalizada proposta por Di Prampero<sup>(79)</sup> que utiliza a velocidade de corrida no teste para estimar  $VO_2$  (ml/kg/min). A equação parte do pressuposto de que, para um indivíduo correr 1 m/min em plano horizontal, há uma demanda de 0,2 ml/kg/min acima dos valores de repouso (3,5 ml/kg/min). Assim, ao multiplicar a velocidade de corrida (m/min) por 0,2 ml/kg/min, adicionando-se o valor de repouso, pode-se obter o custo de oxigênio da corrida expresso em relação à massa corporal.

Vale destacar também que, iniciativas no sentido de verificar a validade do teste de COOPER em jovens, mesmo utilizando o parâmetro de trabalho fornecido pelo teste (metros), são muito escassas em âmbito internacional<sup>(64,86)</sup> e, no Brasil, até o momento não se tem conhecimento de nenhum estudo publicado que tentou validar o teste de COOPER em crianças e/ou adolescentes.

Os resultados da comparação do  $VO_2$  mensurado pelo método de referência e predito pelo teste de COOPER, utilizando a equação de Di Prampero<sup>(79)</sup>, apontaram diferenças estatisticamente significantes ( $P < 0,05$ ) para todas as estimativas, mesmo quando os valores foram ajustados alometricamente para massa corporal (ml/kg<sup>0,67</sup>/min). Em contrapartida, os valores de correlação apresentados ( $r=0,47$  a  $r=0,66$ ) foram considerados baixos de acordo com os pontos de corte adotados para o presente estudo<sup>(83)</sup>, mas aceitáveis quando comparados a outros estudos disponíveis na literatura.

Drinkard et al.<sup>(64)</sup> verificaram a validade do teste de corrida/caminhada de 9 e 12 minutos em adolescentes obesos, de ambos os sexos e na faixa etária dos 14 anos de idade. Os autores encontraram valores de correlação entre o  $VO_2$  mensurado em teste direto com protocolo em cicloergômetro e a distância percorrida durante o teste com tempo de 9 min de  $r=0,63$  e, para o teste com duração de 12 minutos os valores foram superiores, com  $r=0,72$ .

No caso do teste de COOPER com duração de 12 minutos, há um trabalho realizado com jovens de 7 a 14 anos, com asma persistente, que teve como

objetivo verificar a validade do teste em um único momento e também, após um período de nove semanas de intervenção com exercícios programados de golfe ou natação<sup>(86)</sup>. De acordo com os resultados, os autores concluíram que o teste de COOPER com tempo de 12 min foi moderadamente correlacionado como  $VO_2$  mensurado pelo teste padrão ( $r=0,59$ ) no momento pré-intervenção e, após a intervenção os valores de correlação foram reduzidos ( $r=0,48$ ), porém ambos mostrando-se inferiores aos encontrados para a amostra total no presente estudo ( $r=0,66$ ).

O baixo potencial preditivo da equação de Di Prampero<sup>(79)</sup> em estimar o  $VO_2$  utilizando a velocidade de corrida no teste de COOPER, foi confirmado pelos resultados demonstrados na análise de desempenho e concordância (Tabela 9 e Figura 2). De maneira geral, o teste de COOPER subestimou os valores de  $VO_2$  mensurados pelo teste direto para meninos e meninas e, além disso, os erros tendem a aumentar para aqueles adolescentes considerados mais aptos, de acordo com a análise de tendência que apresentou valores positivos e significantes ( $P < 0,005$ ).

Diante do exposto, deve-se ter cautela ao utilizar o teste de COOPER, porque apesar de ser amplamente difundido, particularmente no Brasil, não existem trabalhos que investigaram sua validade para crianças e adolescentes. Este fato pode ser verificado pelos resultados de um estudo de revisão, que procurou testar a validade de testes baseados em campo para avaliação da aptidão física relacionada à saúde de jovens<sup>(24)</sup>. Na conclusão do trabalho, é justificado que não foi possível apresentar qualquer tipo de evidência de validade para os testes de corrida/caminhada de 9 ou 12 minutos, devido à escassez e inconsistência dos estudos.

Em adição à questão da falta de evidência de validade, está o fato da equação utilizada não ter sido criada especificamente para estimar o  $VO_2$  pelo teste de COOPER, o que certamente pode ser apontado como uma possível explicação para os resultados encontrados. Aliado a isso, novamente deve-se ressaltar o problema relacionado à motivação dos sujeitos, que neste tipo de teste, ainda fica mais comprometida do que no teste SR-20m, uma vez que é realizado em pista de atletismo e fica bastante difícil monitorar e incentivar verbalmente cada sujeito durante todo o percurso.

Portanto, sugere-se que trabalhos posteriores tentem criar e validar uma equação de regressão para estimativa do  $VO_2$  pelo teste de COOPER, em

crianças e adolescentes, considerando o tempo de 9 e/ou 12 minutos. E que, além disso, haja a iniciativa de se realizar o monitoramento da intensidade dos esforços nesses protocolos de campo, para que assim seja assegurado que os indivíduos realizaram esforços máximos, como no protocolo de laboratório.

#### 7.4 VALIDADE DO TESTE DE CORRIDA/CAMINHADA DE 1 MILHA (MILHA)

O protocolo de teste da MILHA, que corresponde à distância aproximada de 1609 m, é recomendado como indicador da ACR pela bateria de testes do *Physical Best da AAHPERD*<sup>(21)</sup> e, citado como teste alternativo para a bateria do *Fitnessgram*<sup>(23)</sup>. Determina que o sujeito deve correr e/ou caminhar a distância de 1609 m em menor tempo (minutos) possível, sendo que o local indicado para a aplicação do teste é uma pista de atletismo oficial.

Existem na literatura equações de regressão para estimativa do  $VO_2$  pelo teste da MILHA. Dentre as mais recentes, podemos destacar a proposta por Buono et al.<sup>(17)</sup>, estabelecida para jovens de 10 a 18 anos, utilizando as variáveis: tempo total no teste, sexo, massa corporal e dobras cutâneas para predição do  $VO_2$ . Posteriormente, Cureton et al.<sup>(66)</sup> propôs uma equação generalizada para crianças, adolescentes e adultos (8-25 anos), que apresentou bons parâmetros de validação, com coeficiente de correlação de  $r = 0,72$  e erro padrão de estimativa igual a 4,8 ml/kg/min.

Neste sentido, a escolha da equação de Cureton et al.<sup>(66)</sup> para estimativa do  $VO_2$  pelo teste da MILHA no presente estudo, pode ser justificada por algumas questões como: o fato de utilizar variáveis mais simples no seu modelo de regressão (tempo total no teste, sexo, idade e IMC) quando comparada, por exemplo, com a equação de Buono et al.<sup>(17)</sup>; estar sendo recomendada pela bateria de testes do *Fitnessgram*<sup>(25)</sup> para o cálculo do  $VO_2$  quando realizado o teste da MILHA para verificação da ACR em jovens e, representar uma das equações mais utilizadas pela literatura na predição do  $VO_2$  pelo teste da MILHA, o que possibilitou evidência de validação considerada moderada<sup>(24)</sup> e nos permite possíveis comparações com outros trabalhos publicados.

Por meio das análises de comparação, evidenciou-se que o teste da MILHA estimou adequadamente o  $VO_2$  das meninas (viés =  $-1,16$  ml/kg/min,  $P > 0,05$ ), em relação ao  $VO_2$  mensurado pelo método de referência. Comportamento que foi mantido após o ajuste realizados (ml/kg<sup>0,67</sup>/min). Em contrapartida, demonstrou o menor valor de coeficiente de correção e explicação entre o  $VO_2$  mensurado diretamente e estimado pela equação ( $r=0,31/R^2=0,09$ ).

Alguns trabalhos também observaram este tipo de resultado apresentado no presente estudo. Cureton et al.<sup>(66)</sup> e Castro-Piñero et al.<sup>(62)</sup> encontraram valores aceitáveis de coeficiente de correlação pela mesma equação ( $r=0,72$  para meninos e meninas). Entretanto, discutem que a variabilidade explicada pela estimativa de  $VO_2$  foi de apenas 52% e que, variáveis incluindo genética, maturação, eficiência mecânica ou economia de movimento poderiam ser responsáveis pelos 48% de variância não explicada.

Tais achados<sup>(62,66)</sup>, apesar da diferente magnitude, poderiam ser pensados como possíveis justificativas para os resultados contraditórios encontrados no presente estudo para o grupo das meninas, com relação às análises comparativas, de correlação e determinação. Assim, a informação adicional que procuramos investigar, dentre as possíveis variáveis explicativas, foi a avaliação da maturação sexual, como um indicador da maturação biológica dos adolescentes. Cerca de 95% dos indivíduos foram classificados como púberes, no entanto, isto implica em jovens que estavam desde o estágio 2 até o 4, para as características sexuais secundárias de pilosidade pubiana, o que pode implicar em diferenças no crescimento e desenvolvimento de alguns componentes determinantes da ACR<sup>(30)</sup>.

Informações sobre o desempenho e concordância para o teste da MILHA, evidenciaram associação entre a média do  $VO_2$  mensurado pelo método padrão e estimado pela equação e a diferença entre eles, para os meninos. Assim, neste caso, houve tendência positiva e significativa ( $P < 0,05$ ) na estimativa do  $VO_2$ , o que significa que o erro de predição (subestimação) aumenta para os adolescentes considerados mais aptos e com maior  $VO_2$ .

Os resultados encontrados por Castro-Piñero et al.<sup>(62)</sup> corroboram com o presente estudo. Os pesquisadores investigaram a validade da equação de Cureton et al.<sup>(66)</sup> para estimar o  $VO_2$  de jovens fisicamente ativos, praticantes de diferentes modalidades esportivas, de 8 a 17 anos de idade. Para a amostra total, a equação apresentou média das diferenças de  $10,01$  ml/kg/min ( $P < 0,05$ ),

considerada superior aos valores encontrados no presente estudo (-1,16; 5,07 ml/kg/min) e, também foi verificada tendência positiva e significativa entre o  $VO_2$  mensurado e predito, indicando que para os jovens mais aptos houve um maior erro de estimativa do  $VO_2$ .

Contudo, analisando os limites de concordância, o teste da MILHA parece ser a melhor alternativa para a avaliação do  $VO_2$  de meninos ( $5,07 \pm 12,58$  ml/kg/min) quando comparados aos testes SR-20m e COOPER e, uma boa alternativa para as meninas, apesar da baixa capacidade de explicação dos resultados de referência ( $R^2=9\%$ ).

Enfim, diante dos resultados apresentados, deve-se ter cautela na interpretação das informações produzidas pelo teste da MILHA, sempre considerando possíveis limitações fornecidas pelo protocolo como, por exemplo, a dificuldade do sujeito em desenvolver um ritmo de corrida e/ou caminhada adequado durante todo o percurso do teste, particularmente nos mais jovens. Pensando nisso, alguns pesquisadores tem sugerido adaptações para o teste da MILHA, dentre elas, a caminhada de 1 milha<sup>(65)</sup>, que minimiza o problema da regulação da velocidade, ou ainda, o teste submáximo de 1 milha<sup>(47)</sup>, que oferece um ritmo constante, e até o teste de ½ milha<sup>(11)</sup>, indicado para crianças.

Outra questão importante, que parece ser uma limitação comum aos três protocolos de campo testados, relaciona-se à vontade e motivação dos adolescentes em suportar o desconforto do exercício extenuante, o que dificulta a execução da tarefa motora até os limites fisiológicos máximos preconizados pelos testes e, conseqüentemente, interfere diretamente nos resultados.

Para futuros estudos, sugere-se a utilização de procedimentos de análise de desempenho e concordância para as demais equações sugeridas na literatura para determinação do  $VO_2$  pelo teste SR-20m, visto que os resultados forneceram alguns indicativos de que elas poderiam estimar o  $VO_2$  com maior precisão comparado a fórmula originalmente sugerida por Léger et al.<sup>(16)</sup>. Além disso, para melhorar a qualidade das informações, seria necessário o controle da intensidade dos esforços em campo, e não somente durante as análises laboratoriais, na tentativa de garantir que os sujeitos realizem esforços realmente máximos.

## 8 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo indicaram que, após as análises de comparação, desempenho e concordância, os testes SR-20m e MILHA foram os que melhor estimaram o  $VO_2$  de meninos e meninas, quando comparado ao método de referência.

Os testes SR-20m e MILHA estimaram adequadamente o  $VO_2$  das meninas quando comparados ao  $VO_2$  mensurado pelo método direto, além disso, apresentaram parâmetros de desempenho e concordância considerados aceitáveis.

No caso dos meninos, o teste da MILHA foi o que demonstrou melhores resultados de desempenho e concordância, apesar da diferença estatisticamente significativa quando comparado ao  $VO_2$  padrão.

A única equação capaz de estimar adequadamente o  $VO_2$  pelo teste SR-20m, comparado à média fornecida pelo método de referência (ml/kg/min), foi a proposta por Mahar et al.<sup>(60)</sup>, apenas no grupo dos meninos.

O teste de COOPER não foi capaz de produzir resultados satisfatórios em nenhuma das análises.

## REFERÊNCIAS

1. Blair SN, Kohl HW, Paffenbarger Jr RS, Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA* 1989;262:2395-401.
2. Blair SN, Wey M, Lee CD. Cardiorespiratory fitness determined by exercise heart rate as a predictor of mortality in the Aerobics Center Longitudinal Study. *J Sports Sci* 1998;16:S47-S55.
3. Katzmarzyk PT, Church TS, Blair SN. Cardiorespiratory fitness attenuates the effects of the metabolic syndrome on all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Arch Intern Med* 2004;164:1092-7.
4. Eisenmann JC, Welk GJ, Ihmels M, Dollman J. Fatness, fitness, and cardiovascular disease risk factors in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:1251-6.
5. Anderssen SA, Cooper AR, Roddoch C, Sardinha LB, Harro M, Brage S, *et al.* Low cardiorespiratory fitness is a strong predictor for clustering of cardiovascular disease risk factors in children independent of country, age and sex. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2007;14:526-31.
6. Rodrigues NA, Perez AJ, Carletti L, Bissoli NS, Abreu GR. Aptidão cardiorrespiratória e associações com fatores de risco cardiovascular em adolescentes. *J Pediatr* 2007;83:429-35.
7. Thoden JS. Testing aerobic power. In: MacDougall J, Wenger H, Green H, editors. *Physiological testing of the high-performance athlete*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books; 1991. p.107-173.
8. Astrand PO, Rodahl K. *Textbook of work physiology*. New York: McGraw Hill, 1986.
9. Bassett Jr DR, Howley ET, Thompson DL, King GA, Strath SJ, McLaughlin JE, *et al.* Validity of inspiratory and expiratory methods of measuring gas exchange with a computerized system. *J Appl Physiol* 2001;91:218-24.
10. Barnett A, Chan LYS, Bruce IC. A preliminary study of the 20-m multistage shuttle run as a predictor of peak  $VO_2$  in Hong Kong Chinese students. *Pediatr Exerc Sci* 1993;5:42-50.
11. Castro-Piñero J, Mora J, Ortega FB, Sjöström M, Ruiz JR. Criterion related validity of 1 / 2 mile run-walk test for estimating  $VO_2$ peak in children aged 6 – 17 years. *Int J Sports Med* 2009;30:366-71.
12. Grant JA, Joseph AN, Compagna PD. The prediction of  $VO_2$ max: A comparison of 7 indirect tests of aerobic power. *J Strength Cond Res* 1999;13:356-62.

13. Ruiz JR, Ramirez-Lechuga J, Ortega FB, Castro-Piñero J, Benitez JM, Arauzo-Azofra A, *et al.* Artificial neural network-based equation for estimating VO<sub>2</sub>max from the 20 m shuttle run test in adolescents. *Artif Intell Med* 2008;44:233-45.
14. Guedes DP, Guedes JERP. Manual prático para avaliação em Educação Física. São Paulo: Manole; 2006.
15. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307-10.
16. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20-meter shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci* 1988;6:93-101.
17. Buono MJ, Roby JJ, Micale FG, Sallis JF, Shepard WE. Validity and reliability of predicting maximum oxygen uptake via field tests in children and adolescents. *Pediatr Exerc Sci* 1991;3:250-5.
18. Anderson GS. The 1600-m run and multistage 20-m shuttle run as predictive tests of aerobic capacity in children. *Pediatr Exerc Sci* 1992;4:312-8.
19. Li AM, Yin J, Yu CC, *et al.* The six-minute walk test in healthy children: reliability and validity. *Eur Respir J* 2005;25:1057-60.
20. Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med* 1998; 26:217-38.
21. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance (AAHPERD). Physical Best: The American Alliance physical fitness education and assessment program. Reston, VA: AAHPERD; 1980.
22. Council of Europe Committee for the Development of Sport. Eurofit. Handbook for the EUROFIT tests of physical fitness. Rome, Italy: Edigraf; 1988.
23. Cooper Institute for Aerobics Research. The Prudential Fitnessgram: Test administration manual. Champaign, Illinois: Human Kinetics; 2004.
24. Castro-Piñero J, Artero EG, España-Romero V, Ortega FB, Sjöström M, Suni J, *et al.* Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: A systematic review. *Br J Sports Med* 2009, Apr 12 [Epub ahead of print].
25. Ortega FB; Ruiz JR; Castilho MJ; Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes* 2008;32:1-11.
26. Caspersen CJ, Powell KE, Christensen GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definition and distinction for health-related research. *Public Health Rep* 1985;100:172-9.
27. Armstrong N. Aptidão aeróbia de crianças e adolescentes. *J Pediatr* 2006;82:406-8.
28. Welsman JR, Armstrong N. The measurement and interpretation of aerobic fitness in children: current issues. *J R Soc Med* 1996;89:281-5.

29. Rowland TW. *Fisiologia do exercício na criança*. São Paulo: Manole; 2008.
30. Armstrong N, Welsman J. Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. *Exerc Sport Sci Rev* 1994;22:435-76.
31. Welsman JR, Armstrong N, Nevill AM, Winter EM, Kirby BJ. Scaling peak  $\text{VO}_2$  for differences in body size. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28:259-65.
32. Beunen G, Baxter-Jones ADG, Mirwald RL, Thomis M, Lefevre J, Malina RM, Bailey DA. Intraindividual allometric development of aerobic power in 8- to 16-year-old boys. *Med Sci Sports Exerc* 2002;33:503-10.
33. Armstrong N, Welsman JR. Peak oxygen uptake in relation to growth and maturation in 11-to 17-year-old in humans. *Eur J Appl Physiol* 2001;85:546-51.
34. Hill AV, Lupton H. Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. *Q J Med* 1923;16:135-71.
35. Hill AV, Long CNH, Lupton H. Muscular exercise, lactic acid and the supply and utilization of oxygen. Parts IV-VIII. *Proc Roy Soc B* 1924;97:84-138,155-176.
36. Noakes TD. Maximal oxygen uptake: “classical” versus “contemporary” viewpoints: a rebuttal. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1381-98.
37. Astrand PO. *Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age*. Copenhagen: Munksgaard; 1952.
38. Rivera-Brown AM, Rivera MA, Frontera WR. Applicability of criteria for  $\text{VO}_2\text{max}$  in active adolescents. *Pediatr Exerc Sci* 1992;4:331-9.
39. Armstrong N, Welsman JR, Kirby BJ. Peak oxygen uptake and maturation in 12-yr olds. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:165-9.
40. Rivera-Brown AM, Alvarez M, Rodríguez-Santana JR, Benetti PJ. Anaerobic power and achievement of  $\text{VO}_2$  plateau in pre-pubertal boys. *Int J Sports Med* 2001;22:111-5.
41. Armstrong N, Welsman JR, Winsley R. Is peak  $\text{VO}_2$  a maximal index of children's aerobic fitness? *In J Sports Med* 1996;17:356-9.
42. Armstrong N, Kirby BJ, McManus AM, Welsman JR. Aerobic fitness of prepubescent children. *Ann Hum Biol* 1995;22:427-41.
43. Welsman JR, Bywater K, Farr C, Welford D, Armstrong N. Reliability of peak  $\text{VO}_2$  and maximal cardiac output assessed using thoracic bioimpedance in children. *Eur J Appl Physiol* 2005;94:228-34.
44. Macfarlane DJ. Automated metabolic gas analysis systems. A review. *Sports Med* 2001;31:841-61.
45. Shephard RJ. Tests of maximum oxygen intake. A critical review. *Sports Med* 1984;1:99-124.

46. Turley KR, Wilmore JH. Cardiovascular responses to treadmill and cycle ergometer exercise in children and adults. *J Appl Physiol* 1997;83:948–57.
47. Hunt BR, George JD, Vehrs PR, Fisher AG, Fellingham GW. Validity of a submaximal 1-mile track jog test in predicting  $\text{VO}_2\text{max}$  in fit teenagers. *Pediatr Exerc Sci* 2000;12:80-90.
48. Léger L, Lambert JA. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict  $\text{VO}_2\text{max}$ . *Eur J Appl Physiol* 1982;49:1-12.
49. Cooper KH. A means of assessing maximal oxygen uptake. *J Am Med Assoc* 1968;203:135-8.
50. Safrit MJ. The validity and reliability of fitness tests for children: A review. *Pediatr Exerc Sci* 1990;2:9-28.
51. Suminski RR, Ryan ND, Poston CS, Jackson AS. Measuring aerobic fitness of Hispanic youth 10 to 12 years of age. *Int J Sports Med* 2004;25:61-7.
52. Naughton LM, Cooley D, Kearney V, Smith S. A comparison of two different shuttle run tests for the estimation of  $\text{VO}_2\text{max}$ . *J Sports Med Phys Fitness* 1996;36:85-9.
53. Pitetti KH, Fernhall B, Figoni S. Comparing two regression formulas that predict  $\text{VO}_2\text{peak}$  using the 20-m shuttle run for children and adolescents. *Pediatr Exerc Sci* 2002;14:125-34.
54. Boreham CA, Paliczka VJ, Nichols AK. A comparison of the PWC170 and 20-MST tests of aerobic fitness in adolescent schoolchildren. *J Sports Med Phys Fitness* 1990;30:19-23.
55. Liu NY, Plowman SA, Looney MA. The reliability and validity of the 20-meter shuttle test in American students 12 to 15 years old. *Res Q Exerc Sport* 1992;63:360-5.
56. Mahoney C. 20-MST and PWC170 validity in non-Caucasian children in the UK. *Br J Sports Med* 1992;26:45-7.
57. McVeigh SK, Payne AC, Scott S. The reliability and validity of the 20-meter shuttle test as a predictor of peak oxygen uptake in Edinburgh school children, age 13 to 14 years. *Pediatr Exerc Sci* 1995;7:69-79.
58. Ruiz JR, Silva G, Nortin O, et al. Criterion related validity of 20m shuttle run test in adolescents aged 13-19 years. *J Sports Sci* 2009;27:899-906.
59. Matsuzaka A, Takahashi Y, Yamazoe M, Kumakura N, Ikeda A, Wilk B, *et al.* Validity of the multistage 20-M shuttle-run test for Japanese children, adolescents, and adults. *Pediatr Exerc Sci* 2004;16:113-25.
60. Mahar MT, Welk GJ, Rowe DA, Crotts DJ, McIver KL. Development and validation of a regression model to estimate  $\text{VO}_2\text{peak}$  from PACER 20-m shuttle run performance. *J Phys Act Health* 2006;3:S34-46.

61. Poortmans J, Vlaeminck M, Collin M, Delmotte C. Indirect estimation of the maximal aerobic power of a male and female population from Brussels aged 6 to 23 years. Comparison with a direct technic for measuring maximal oxygen consumption. *J Physiol (Paris)* 1986;81:195-201
62. Castro-Piñero J, Mora J, Gonzalez-Montesinos JL, Sjöström M, Ruiz JR. Criterion-related validity of the one-mile run/walk test in children aged 8-17 years. *J Sports Sci* 2009;27:405-413.
63. Rowland T, Kline G, Goff D, Martel L, Ferrone L. One-mile run performance and cardiovascular fitness in children. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1999;153:845-9.
64. Drinkard B, McDuffie J, McCann S, Uwaifo GI, Nicholson J, Yanovshi JA. Relationships between walk/run performance and cardiorespiratory fitness in adolescents who are overweight. *Phys Ther* 2001;81:1889-96.
65. McSwegin PJ, Plowman SA, Wolff GM, Guttenberg GL. The validity of a one mile walk test for high school age individuals. *Meas Phys Educ Exerc Sci* 1998;2:47-63.
66. Cureton KJ, Sloniger MA, O'Bannon JP, Black DM, McCormack WP. A generalized equation for prediction of  $VO_2$  peak from 1-mile run/walk performance. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:445-51.
67. Huse D, Patterson P, Nichols J. The validity and reliability of the 12-minute swim test in male swimmers ages 13-17. *Measur Phys Educ Exer Sci* 2000;4:45-55.
68. Duarte MFS, Duarte CR. Validade do teste aeróbico de corrida de vai-e-vem de 20 metros *R Bras Ci e Mov* 2001;9:7-14.
69. Rosner B. *Fundamentals of biostatistics*. Pacific Grove, CA: Duxbury Thomson Learning; 2000.
70. Rodrigues NA, Perez JA, Carletti L, Bissoli NS, Abreu GR. Valores de consumo máximo de oxigênio determinados pelo teste cardiopulmonar em adolescentes: uma proposta de classificação. *J Pediatr* 2006;82: 426-30.
71. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martoreli R, editors. *Anthropometric standardizing reference manual*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books; 1988. p. 3-8.
72. Harrison GC, Buskirk ER, Carter JEL, Johnston FE, Lohman TG, Pollock ML, *et al*. Skinfold thickness and measurement technique. In: Lohman TG, Roche AF, Martoreli R, editors. *Anthropometric standardizing reference manual*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books; 1988. p.55-80.
73. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, *et al*. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 1988;60:709-23.
74. Tanner, JM. *Growth at adolescence*. Oxford: Blackwell Scientific; 1962.

75. Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in girls. *Arch Dis Child* 1969;44:291-303.
76. Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child* 1970;45:13-23.
77. Rowland TW. *Pediatric laboratory exercise testing: clinical guidelines*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books; 1993.
78. Astrand PO, Rodahl K, Dahl HA, Strømme SB. *Textbook of work physiology*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books; 2003.
79. Di Prampero PE. The energy cost of human locomotion on land and in water. *Int J Sports Med* 1986;7:55-72.
80. Malina RM, Hamill PVV, Lemeshow S. *Select body measurement of children 6-11 years*. U.S. Vital and Health Statistics. Washington: Government Printing Office; 1973.
81. Pederson D, Gore C. Erros de medição em antropometria. In: Norton K, Olds T. editores. *Antropométrica*. Porto Alegre: Artmed; 2005. p.71-86.
82. Guedes DP, Guedes JERP. *Crescimento, composição corporal e desempenho motor de crianças e adolescentes*. São Paulo: Balieiro; 1997.
83. Vincent J. *Statistics in kinesiology*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1999.
84. Lopes VP, Maia JAR, Silva RG, Seabra A, Morais FP. Aptidão física associada à saúde da população escolar (6 a 10 anos de idade) do Arquipélago dos Açores, Portugal. *Rev Bras Cine Des Hum* 2004;6:7-16.
85. Metsios GS, Flouris AD, Koutedakis Y, Nevill A. Criterion-related validity and test-retest reliability of the 20m square shuttle test. *J Sci Med Sport* 2008;11:214-17.
86. Weisgerber M, Danduran M, Meurer J, Hartmann K, Berger S, Flores G. Evaluation of Cooper 12-minute walk/run test as a marker of cardiorespiratory fitness in young urban children with persistent asthma. *Clin J Sport Med* 2009;19:300-05.

**BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

1. Guedes DP, Guedes JERP. Crescimento e desempenho motor em escolares do município de Londrina, Paraná, Brasil. *Cad Saúde Públ* 1993;9:58-70.
2. Guedes DP, Barbanti VJ. Desempenho motor em crianças e adolescentes. *Rev Paul Educ Fís* 1995;9:37-50.
3. Glaner MF. Crescimento físico e aptidão física relacionada à saúde em adolescentes rurais e urbanos. [Tese de Doutorado] Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 2002.
4. Glaner MF. Nível de atividade física e aptidão física relacionada à saúde em rapazes rurais e urbanos. *Rev Paul Educ Fís* 2002;16:76-85.
5. Boelhouwer C, Borges GA. Aptidão física relacionada à saúde de escolares de 11 a 14 anos de Marechal Cândido Rondon – PR. *Caderno de Educação Física: Estudos e Reflexões* 2002;4:19-30.
6. Ronque ERV. Crescimento físico e aptidão física relacionada à saúde em escolares de alto nível socioeconômico. [Dissertação de Mestrado] Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2003.
7. Pezzetta OM, Lopes AS, Pires Neto CS. Indicadores de aptidão física relacionada à saúde em escolares do sexo masculino. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2003;5:7-14.
8. Böhme MTS. Resistência aeróbia de jovens atletas mulheres com relação à maturação sexual, idade e crescimento. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2004;6:27-35.
9. Nardo Jr N, Tirapegui J, Borges GF, Fernandes CAM, Bacarin ACBP, Nardo CCS. Influência do nível de atividade física e dos hábitos alimentares sobre a aptidão física de adolescentes. *R da Educação Física/UEM* 2004;15:25-32.
10. Bergmann GG, Araújo MLB, Garlipp DC, Lorenzi TDC, Adroaldo Gaya A. Alteração anual no crescimento e na aptidão física relacionada à saúde de escolares. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2005;7:55-61.
11. Fonseca RMC. Aptidão física relacionada à saúde e densidade mineral óssea em adolescentes. [Dissertação de Mestrado] Brasília (DF): Universidade Católica de Brasília; 2005.
12. Glaner MF. Aptidão física relacionada à saúde de adolescentes rurais e urbanos em relação a critérios de referência. *Rev Bras Educ Fís Esp* 2005;19:13-24.

13. Ré AHN, Bojikian LP, Teixeira CP, Böhme MTS. Relações entre crescimento, desempenho motor, maturação biológica e idade cronológica em jovens do sexo masculino. *Rev Bras Educ Fís Esp* 2005;19:153-62.
14. Serassuelo Jr H, Rodrigues AR, Cyrino ES, Ronque EV, Oliveira SRS, Simões AC. Aptidão física relacionada à saúde em escolares de baixo nível socioeconômico do município de Cambe/PR. *R da Educação Física/UEM* 2005;16:5-11.
15. Vasconcelos IQA, Stabelini Neto A, Nunes GF, Mascarenhas LPG, Campos W. Associação entre o IMC e o  $VO_2$ máx em crianças do sexo feminino nos estágios iniciais da puberdade. *R da Educação Física/UEM* 2005;16:21-5.
16. Alves FB. Atividade física e aptidão física de acordo com os estágios de maturação sexual em uma amostra de escolares da rede pública de ensino de Curitiba-PR. [Dissertação de Mestrado] Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná; 2006.
17. Bojikian LP, Luguetti CN, Böhme MTS. Aptidão física de jovens atletas do sexo feminino em relação aos estágios de maturação sexual. *R Bras Ci e Mov* 2006; 14:71-8.
18. Garlipp DC. Dimorfismo sexual e estabilidade no crescimento somático e em componentes da aptidão física. Análise longitudinal em crianças e adolescentes. [Dissertação de Mestrado] Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2006.
19. Silva MC. Crescimento físico e aptidão física relacionada à saúde de adolescentes de diferentes níveis sócio-econômicos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2006;8:111.
20. Bacciotti SM. Avaliação da aptidão física relacionada à saúde em indivíduos de 8 a 17 anos com deficiência mental da APAE de Campo Grande-MS. [Dissertação de Mestrado] Brasília (DF): Universidade de Brasília; 2007.
21. Ronque VER, Cyrino ES, Dórea V, Serassuelo Jr H, Galdi EHG, Arruda M. Diagnóstico da aptidão física em escolares de alto nível socioeconômico: avaliação referenciada por critérios de saúde. *Rev Bras Med Esporte* 2007;13:71-6.
22. Stabelini Neto A. Fatores de risco para aterosclerose relacionado ao nível de aptidão cardiorrespiratória em adolescentes. [Dissertação de Mestrado] Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná; 2007.
23. Stabelini Neto A, Mascarenhas LPG, Bozza R, Ulbrich AZ, Vasconcelos IQA, Campos W.  $VO_2$ máx e composição corporal durante a puberdade: comparação entre praticantes e não praticante de treinamento sistematizado de futebol. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2007;9:159-64.
24. Silva MC, Paccini MK, Glaner MF. Aptidão física relacionada à saúde de adolescentes oriundos de diferentes níveis econômicos. *R da Educação Física/UEM* 2007;18:199-206.

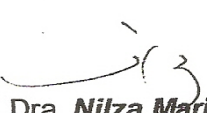
25. Ulbrich AZ, Bozza R, Machado HS, Michelin A, Vasconcelos IQA, Stabelini Neto A, *et al.* Aptidão física em crianças e adolescentes de diferentes estágios maturacionais. *Fit Perf* 2007;6:278-82.
26. Vasques DG, Kelly Silva S, Lopes AS. Aptidão cardiorrespiratória de adolescentes de Florianópolis, SC. *Rev Bras Med Esporte* 2007;13:376-80.
27. Araújo SS, Oliveira ACC. Aptidão física em escolares de Aracajú. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2008;10:271-6.
28. Bergmann MLA, Halpern R, Bergmann GG. Perfil lipídico, de aptidão cardiorrespiratória, e de composição corporal de uma amostra de escolares de 8ª série de Canoas/RS. *Rev Bras Med Esporte* 2008;14:22-7.
29. Dórea V, Ronque VER, Cyrino ES, Serassuelo Jr H, Gobbo LA, Carvalho FO, *et al.* Aptidão física relacionada à saúde em escolares de Jequié, BA, Brasil. *Rev Bras Med Esporte* 2008;14:494-9.
30. Dumith SC, Azevedo Jr MR, Rombaldi AJ. Aptidão física relacionada à saúde de alunos do ensino fundamental do município de Rio Grande, Rs, Brasil. *Rev Bras Med Esporte* 2008;14:454-9.
31. Generosi RA, Marramarco GT, Baroni BM, Braga F, Bergmann GG, Leal Jr ECP. Aptidão física e saúde de adolescentes escolares de ambos os sexos com idades entre 14 e 16 anos. *Revista Brasileira de Educação Física, Esporte, Lazer e Dança* 2008;3:10-9.
32. Ronque, ERV. *Tracking* dos indicadores da aptidão física relacionada à saúde em escolares [Tese de Doutorado] Campinas (SP): Universidade estadual de Campinas; 2008.
33. Stabelini Neto A, Mascarenhas LPG, Vasconcelos IQA, Bozza R, Ulbrich AZ, Campos W. Hipertensão arterial na adolescência: associação com a aptidão cardiorrespiratória, o IMC e a circunferência da cintura. *Rev Bras Hipertens* 2008;15:59-64.
34. Silva RJS, Petroski EL. Consumo máximo de oxigênio e estágio de maturação sexual de crianças e adolescentes. *Revista de Desporto e Saúde da Fundação Técnica e Científica do Desporto* 2008;4:13-9.
35. Vitor FM, Uezu R, Silva FBS, Böhme MTS. Aptidão física de jovens atletas do sexo masculino em relação à idade cronológica e estágio de maturação sexual. *Rev Bras Educ Fís Esp* 2008;22:139-48.
36. Trentin AP, Fachineto S. Análise da condição cardiorrespiratória em escolares maturados e não maturados sexualmente que apresentam condição econômica alta e média. *Movimento e Percepção* 2009;10:143-63.

## **ANEXOS**

**ANEXO A**  
Carta de aprovação do Comitê de Ética.



**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS**  
Universidade Estadual de Londrina/ Hospital Universitário Regional Norte do Paraná  
Registro CONEP 268

<b>PARECER CEP/UEL Nº 202/07</b> <b>CAAE Nº 0202.0.268.000-07</b> <b>FOLHA DE ROSTO Nº 153533</b>	<b>Londrina, 03 de outubro de 2007.</b>
<b>PESQUISADOR: ENIO RICARDO VAZ RONQUE</b>	
<p>Ilmo Sr,</p> <p>O "Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina/ Hospital Universitário Regional Norte do Paraná" (Registro CONEP 268) – de acordo com as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, <b>APROVA</b> a realização do projeto:</p> <p align="center"><b>“COMPARAÇÃO DA POTÊNCIA AERÓBIA ESTIMADA MEDIANTE A APLICAÇÃO DE TRÊS DIFERENTES TESTES DE CAMPO EM ADOLESCENTES”.</b></p> <p>Informamos que o senhor deverá comunicar, por escrito, qualquer modificação que ocorra no desenvolvimento do projeto e deverá apresentar ao CEP/UEL relatório final da pesquisa.</p>	
<b>Situação do Projeto: APROVADO</b>	
<p align="center">Atenciosamente,</p> <p align="center">   <b>Prof.ª. Dra. Nilza Maria Diniz</b>          Coordenadora          Comitê de Ética em Pesquisa-CEP/UEL       </p>	

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

# TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

## TERMO DE CONSENTIMENTO PARA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA “AVALIAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA A PARTIR DE DIFERENTES TESTES DE CAMPO EM ADOLESCENTES”

(de acordo com a Resolução 196 de 10/10/1996 do Conselho Nacional de Saúde)

Venho, por meio deste, convidar o (a) aluno (a) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_a participar da pesquisa “**Aptidão Cardiorrespiratória Estimada por Diferentes Testes de Campo em Adolescentes**” que será desenvolvida no **Colégio Estadual Vicente Rijo** durante o segundo semestre do ano de 2009. A pesquisa será desenvolvida sob a responsabilidade de Mariana Biagi Batista, professora de Educação Física e mestranda em Educação Física pela Universidade Estadual de Londrina - UEL, orientada pelo Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque.

- **Objetivo da pesquisa:** analisar a estimativa da aptidão cardiorrespiratória por diferentes testes de campo em adolescentes.
- **Participação:** compreende avaliação antropométrica de massa corporal, estatura, circunferência de cintura e quadril, dobras cutâneas (região tricipital e subescapular); preenchimento de um questionário de atividade física habitual, auto-avaliação da maturação biológica e testes motores para verificação do  $VO_2$ máx (teste direto no laboratório, corrida/caminhada de 9 minutos de Cooper, corrida/caminhada de 1 milha e teste *suttle run* de 20 m).
- **Procedimentos:** o avaliado será submetido inicialmente às avaliações antropométricas, seguida da aplicação do questionário de atividade física habitual e auto-avaliação da maturação biológica. Por fim fará os testes para verificação do  $VO_2$ máx: corrida/caminhada de 9 minutos de Cooper, corrida/caminhada de 1 milha, teste *suttle run* de 20 m e teste direto no laboratório. A coleta será realizada por pessoas orientadas, capacitadas e mediante a autorização da direção da escola.
- **Riscos:** não haverá riscos para a integridade física, mental ou moral do escolar.

- **Benefícios:** as informações obtidas nessa pesquisa poderão proporcionar ações que possam melhorar a atenção à saúde e a qualidade de vida dos adolescentes, além de serem úteis academicamente e importantes para o profissional da Educação Física e das áreas da Saúde.
- **Privacidade:** as informações coletadas serão mantidas em sigilo e serão divulgadas no meio científico, sem qualquer identificação pessoal.
- **Responsabilidade:** Informações sobre o estado de saúde ou experiências prévias de sensações incomuns com o esforço físico por parte dos participantes poderão afetar a segurança e o valor do desempenho ao longo do experimento. Portanto, cada participante será responsável por fornecer tais informações aos responsáveis pelo projeto.
- **Desistência:** o escolar poderá desistir, a qualquer momento, de sua participação sem qualquer penalização ou prejuízo.
- **Contato com os pesquisadores:** terei acesso aos pesquisadores, para esclarecimento de dúvidas ou reclamações, nos seguintes telefones: pesquisadora - (43) 3347-9649 ou (18) 8151-2491; orientador - (43) 3378-0735; Comitê de Ética CEPE/UEL - (43) 3371-2490.

Eu, \_\_\_\_\_ R.G.  
\_\_\_\_\_ declaro que estou ciente e concordo com a participação do (a)  
estudante no referido projeto.

Atenciosamente

Londrina, \_\_\_\_/\_\_\_\_/2009.

\_\_\_\_\_  
Participante

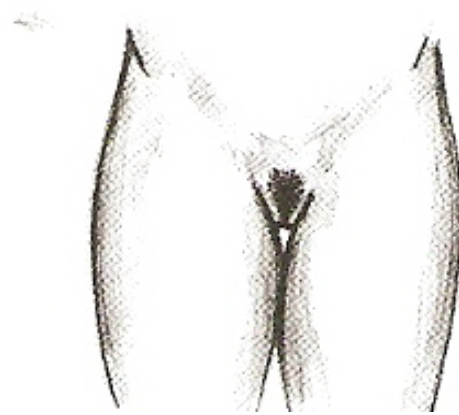
\_\_\_\_\_  
Responsável

**APÊNDICE B**

Ficha de avaliação da maturação sexual.

**AUTO-AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO SEXUAL****Pilosidade Pubiana – Moças**

Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

 **Estágio 1:** Ausência total de pêlos. **Estágio 2:** Aparecimento dos primeiros pêlos. Crescimento esparsos de pêlos levemente pigmentados, finos, lisos ou pouco encaracolados. **Estágio 3:** Os pêlos tornam-se mais escuros, espessos, visivelmente pigmentados e encaracolados, distribuindo-se na região pubiana. **Estágio 4:** Os pêlos são do tipo adulto, porém com área de distribuição inferior à de uma mulher adulta. Não existe extensão dos pêlos para a superfície interna das coxas. **Estágio 5:** Os pêlos são do tipo e quantidade de uma mulher adulta. Extensão até a superfície interna das coxas.

IA'

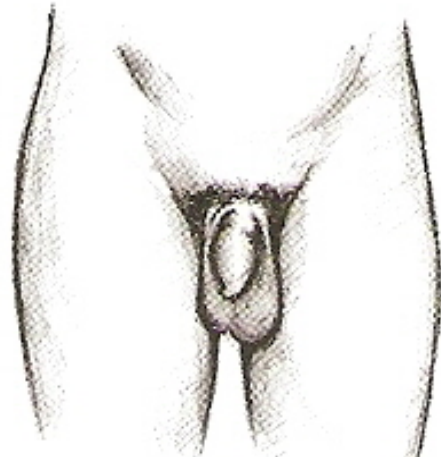
## Pilosidade Pubiana – Rapazes

Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

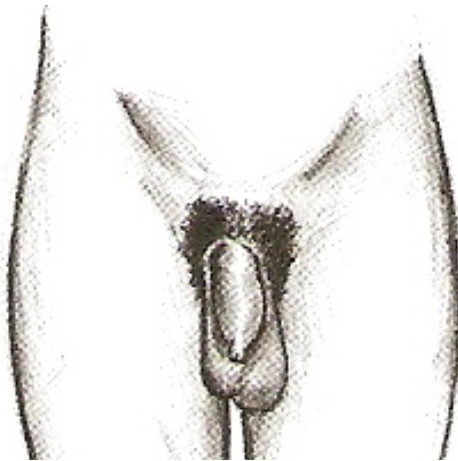
( ) **Estágio 1:** Ausência total de pêlos.



( ) **Estágio 2:** Aparecimento dos primeiros pêlos, especialmente na base do pênis. Crescimento esparso de pêlos levemente pigmentados, finos, lisos ou pouco encaracolados.



( ) **Estágio 3:** Os pêlos tornam-se mais escuros, espessos, visivelmente pigmentados e encaracolados, distribuindo-se na região pubiana.



( ) **Estágio 4:** Os pêlos são do tipo adulto, porém com área de distribuição inferior à de um homem adulto. Não existe extensão dos pêlos para a superfície interna das coxas.



( ) **Estágio 5:** Os pêlos são do tipo e quantidade de um homem adulto. Extensão até a superfície interna das coxas.