

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO MOVIMENTO
HUMANO**

THIAGO DEL CORONA LORENZI

*Testes de Corrida/Caminhada de 6 e 9 Minutos: Validação e
Determinantes Metabólicos em Crianças e Adolescentes*

Porto Alegre

2006

THIAGO DEL CORONA LORENZI

***Testes de Corrida/Caminhada de 6 e 9 Minutos: Validação e
Determinantes Metabólicos em Adolescentes***

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Escola de Educação Física

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano

**Dissertação de Mestrado
apresentado como requisito
obrigatório no Programa de
Pós-graduação em Ciência do
Movimento Humano.**

Orientador: Prof. Dr. Adroaldo Cezar Araujo Gaya

Porto Alegre

2006

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai e a minha avó, pois infelizmente não posso agradecê-los. Ao meu pai José Carlos Lorenzi, pois mesmo nos momentos mais difíceis da vida, e que não foram poucos, não abriu mão de continuar me incentivando a dar seguimento nos estudos. Lutou até o fim para que eu cumprisse com sucesso as etapas da minha qualificação profissional. Seus valores me fizeram um homem de caráter. Fizeram-me digno. Fizeram-me responsável. Sua coragem me orgulha, mas ao mesmo tempo, me entristece. Por isso é que neste momento choro. Sinto sua falta. Tenho saudades. Você se foi, mas sua luz não se apagou. Sua chama reascende dentro de mim a cada dia que passa. Cada vez mais forte. Ilumina meu caminho. Iluminará até o fim dos meus dias.

Também dedico esse momento a minha avó Filomena. Dizem que mãe é mãe. Eu digo também que avó é avó. Pelo menos a minha avó! Pessoa de felicidade irradiante. Indescritível. Não fui criado pela avó, mas certamente me orgulharia se tivesse sido. Lembro que me incentivava a ser “doutor”. Mal sabia ela que eu ainda posso virar doutor. Talvez não o “doutor”, mas doutor. Certamente se orgulharia. Foi-se feliz e isso me alivia.

AGRADECIMENTOS

Acredito que a gratidão seja, talvez, o sentimento de maior importância da dignidade de um homem. Portanto, nesse momento de tamanha importância em minha vida, não poderia deixar de salientar e agradecer aquelas pessoas que também fizeram parte efetiva dessa conquista.

A minha mulher Rafaela Afonso pela paciência, carinho, amor e, acima de tudo, pela cumplicidade desprendida;

A minha mãe Dayse e a minha irmã Paula pelo apoio incondicional dos rumos que decidi tomar;

Ao meu orientador Adroaldo Gaya pelo bom exemplo. Sua história de vida fala mais que mil palavras. Faço questão de registrar nesse momento minha imensurável gratidão e o sentimento fraterno que alimento por você;

Aos meus amigos e irmãos acadêmicos Daniel e Gabriel, leais companheiros de luta. A dignidade que lhe são características já é o bastante para a minha motivação nas inúmeras empreitadas da vida;

A todos meus amigos e colegas do Proesp-Br, especialmente a Adriana, Alexandre, Rodrigo, Eraldo, Débora, Gustavo e Marcelo Silva. Direta ou indiretamente vocês foram fundamentais neste processo!

A professora Lisiane Torres, pela força em momento crucial;

Aos professores e parceiros Giovani Cunha, Orlando Laitano e Maximiliano Schaun, pela disposição e auxílio nos momentos de necessidade;

E a todos aqueles parceiros de luta que indiretamente me fortaleceram nessa jornada.

A ciência é diferente de muitos outros empreendimentos humanos – evidentemente não pelo fato de seus profissionais sofrerem influência da cultura em que se criaram, nem pelo fato de ora estarem certos, ora errados (o que é comum em toda atividade humana), mas pela sua paixão de formular hipóteses testáveis, pela sua busca de experimentos definitivos que confirmem ou neguem as idéias, pelo vigor de seu debate substantivo e pela sua disposição a abandonar as idéias que foram consideradas deficientes. Porém, se não tivéssemos consciência de nossas limitações, se não procurássemos outros dados, se nos recusássemos a executar experimentos controlados, teríamos muita pouca força em nossa busca da verdade. Por oportunismo e timidez, poderíamos ser então fustigados por qualquer brisa ideológica, sem nenhum elemento de valor duradouro a que nos agarrar. **(Carl Sagan, 1996, p. 262)**

RESUMO

O entendimento da aptidão cardiorrespiratória em crianças e jovens é hoje uma estratégia fundamental de controle da saúde em geral. No entanto, avaliar a aptidão cardiorrespiratória, de forma direta, demanda um custo financeiro alto, pessoal especializado e um tempo excessivo. Nesta perspectiva, inúmeros estudos vêm propondo testes que avaliem, de forma indireta, a aptidão cardiorrespiratória de crianças e jovens. Assim, o objetivo geral do estudo foi compreender os testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos e as relações que estes estabelecem com o $VO_{2m\acute{a}x}$, economia de movimento (EM) e limiar anaeróbio (LA). O estudo propõe uma abordagem de validação de técnica de medida. A amostra foi do tipo não aleatória por conveniência, de corte transversal. Foram avaliados 96 sujeitos, sendo 46 do sexo masculino e 50 do sexo feminino, na faixa etária de 10 a 14 anos de idade. O estágio maturacional foi determinado de acordo com a pilosidade púbica através de Tanner (1962). Os testes de corrida/caminha de 6 e de 9 minutos foram avaliados pela maior distância alcançada no tempo determinado de cada teste. Os componentes da aptidão cardiorrespiratória foram obtidos através de um teste em esteira de carga progressiva até a exaustão, acompanhado pelo ergoespirômetro *MedGraphics Cardiorespiratory Diagnostic Systems*, modelo MGC/CPX-D. O valor médio de VO_2 registrado durante o 4º minuto, a uma velocidade constante, foi considerado o valor de EM. $VO_{2m\acute{a}x}$ que foi obtido pelo maior valor alcançado durante o teste. O limiar ventilatório (LV) foi entendido como o VO_2 expresso pelo segundo ponto de inflexão na curva de ventilação e do custo ventilatório de CO_2 de cada indivíduo. Para todas as análises estatísticas foi utilizado o programa estatístico *SPSS for Windows 10.0*. O nível de significância adotado foi de 5%. Os principais resultados apontam que os índices alcançados no teste de 9 minutos ($r=0,632$) apresentam melhor relação com o $VO_{2m\acute{a}x}$ de simples razão ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$ ou kg^{-1}) do que os mesmos no teste de 6 minutos ($r=0,393$). No entanto, o valor de r aumenta para 0,704 e 0,728 nos testes de 6 e de 9 minutos, respectivamente, quando os relacionamos com o $VO_{2m\acute{a}x}$ em expoentes alométricos ($kg^{-0,67}$). Quanto ao comportamento dessas variáveis durante a puberdade, notamos incremento nos dois testes aeróbios e no $VO_{2m\acute{a}x}$ quando expresso em $kg^{-0,67}$. No $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}), os valores médios durante a puberdade se mantiveram estáveis. Quanto às diferenças entre os sexos, percebemos que os valores obtidos pelos meninos superam os das meninas em todas as variáveis. No entanto, percebemos que as diferenças são potencializadas quando expressamos o $VO_{2m\acute{a}x}$ em escalas alométricas ($kg^{-0,67}$). No âmbito dos componentes da aptidão cardiorrespiratória constatamos que o $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,67}$), aliado a EM ($\%VO_{2m\acute{a}x}$) foram as variáveis que apresentaram maior poder preditivo sobre os testes aeróbios de campo analisados neste estudo, representando geralmente mais de 60% da explicação desses. Já o LV não estabeleceu relações suficientemente capazes de ser apontado como variável preponderante no desempenho dos testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos. Dessa forma, podemos concluir que os dois testes analisados são válidos para a avaliação da aptidão cardiorrespiratória se assumirmos que o $VO_{2m\acute{a}x}$ é mais bem representado pelo expoente de

massa corporal $\text{kg}^{-0,67}$. Além disso, constatamos que a EM, aliado à capacidade aeróbia máxima é fundamental no desempenho de testes de características aeróbias. Sendo assim, podemos sugerir a utilização do teste de corrida de 6 minutos à professores de educação física como parâmetro da aptidão cardiorrespiratória de seus alunos, pois além de ser um teste simples, de fácil compreensão e que permite sua aplicação em diferentes estruturas físicas, apresentou uma alta relação com o consumo máximo de oxigênio ($\text{kg}^{-0,67}$).

Palavra Chaves: Aptidão Cardiorrespiratória; VO2 máximo; Escalas alométricas, Crianças e Adolescentes.

ABSTRACT

The knowledge about the cardiorespiratory fitness in children and adolescents is a basic strategy of control of the health, considering that low indices of this capacity in this period of age can point important associations with hypokinetic disease in the adult age. However, to evaluate the cardiorespiratory fitness by direct methods demand a high financial cost, specialized people and excessively time. In this perspective, innumerable studies has been considering tests that measure by indirect methods the cardiorespiratory fitness of children and adolescents. Thus, the general objective of this study was to understand the of Run/walk in 6 minutes and Run/walk in 9 minutes tests and the relations that these establish with the $VO_2\text{max}$. Moreover, we tried to identify the variables capable to determine the performance of both tests in individuals in the period of infancy and adolescence. The study considers an approach of validation of measuring technique. The sample was a not random type for convenience, with transversal cut analysis. 96 subjects had been evaluated, being 46 masculine and 50 feminine, with ages between 10 and 14 years old. The maturational status was determined by pubic hair according to Tanner (1962). The tests of Run/walk in 6 minutes and Run/walk in 9 minutes had been understood by the biggest distance reached in the definitive time of each test. The components of the cardiorespiratory fitness were gotten through a gradual load test in treadmill until the exhaustion, measured through a gas meter model (MedGraphics Cardiorespiratory Diagnostic Systems – MGC/CPX-D). The average value of VO_2 registered during the 4th minute, in a constant speed, was considered the value of movement economy (ME). The $VO_2\text{max}$ was gotten by the highest value reached during the test. The ventilatory threshold was understood as the VO_2 expressed for the second point of inflection in the curve of ventilation and CO_2 ventilatory cost for each individual. For all the statistical analyses the statistical program SPSS for Windows 10.0 was used. The level of significance adopted for all the analyses was of 5%. The main results point that the indices reached in the test of 9 minutes ($r = 0,632$) present better relationship with the $VO_2\text{max}$ of simple reason ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ or kg^{-1}) than the same ones in the test of 6 minutes ($r=0,393$). However, the value of r increases for 0,704 and 0,728 in the tests of 6 and 9 minutes, respectively, when we relate them with the $VO_2\text{max}$ in allometric exponents ($\text{kg}^{-0,67}$). About the behavior of these variables during the puberty, we notice an increment in the two aerobic tests and in the $VO_2\text{max}$ expressed in $\text{kg}^{-0,67}$. In the $VO_2\text{max}$ (kg^{-1}), the average values during the puberty remained steady. About the differences between sexes, we perceive that the values gotten for the boys surpass of the girls in all variables. However, we perceive that the differences are powered when we express the $VO_2\text{max}$ in allometric scales ($\text{kg}^{-0,67}$). About the components of the cardiorespiratory fitness, we evidence that the $VO_2\text{max}$ ($\text{kg}^{-0,67}$), ally to the ME ($\%VO_2\text{max}$) had been the variables that had presented greater predictive power on the field aerobic tests analyzed in this study, representing generally more than 60% of the explanation of these. However, the ventilatory threshold did not establish relationships capable enough to be pointed as the preponderant variable in the performance of Run/walk in

6 minutes and Run/walk in 9 minutes tests. This way, we can conclude that the two analyzed tests are valid for the evaluation of the cardiorespiratory fitness if we assume that the $VO_2\text{max}$ is better represented by the allometric scales. Moreover, we evidence that the movement economy, ally to the maximum aerobic capacity is basic in the performance of aerobic characteristics tests. Thus, we can suggest the use of the Run/walk in 6 minutes test to any physical education teacher as a parameter of the cardiorespiratory fitness of his students, therefore it is a simple test, of easy understanding, that allows its application in different physical structures and it shows excellent relationship with the maximum oxygen consumption ($\text{kg}^{-0,67}$).

Word Keys: Cardiorespiratory Fitness; $VO_2\text{max}$; Allometric Scaling; Children and Adolescents

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1. REFERENCIAL TEÓRICO	19
1.1 APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA	19
1.2 COMPONENTES DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA	20
<i>1.2.1 VO₂ máximo</i>	20
<u>1.2.1.1 Conceito e Critérios de Obtenção</u>	20
<u>1.2.1.2 Formas de Expressão</u>	22
<u>1.2.1.3 Validade dos Testes Indiretos de VO_{2máx}</u>	23
<u>1.2.1.4 Variáveis Intervenientes do VO_{2máx}</u>	24
<u>1.2.1.5 Escalas Alométricas (Crescimento Diferencial e VO_{2máx})</u>	29
<u>1.2.1.6 Relação entre VO_{2máx} e Desempenho de Corrida</u>	33
<i>1.2.2 Economia de Movimento</i>	34
<i>1.2.3 Limiar Anaeróbio</i>	35
2. METODOLOGIA	37
2.1 QUESTÕES DE PESQUISA	37
2.2 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS	37
<i>2.2.1 Idade</i>	37
<i>2.2.2 Maturação Biológica</i>	37
<i>2.2.3 Teste de Campo de Potência Aeróbia</i>	38
<i>2.2.4 VO₂ Máximo</i>	38
<i>2.2.5 Economia de Movimento</i>	38
<i>2.2.6 Limiar Anaeróbio</i>	38
2.3 TIPO DE ESTUDO	38

2.4 AMOSTRA	38
2.5 PROCEDIMENTO DE COLETA	39
<i>2.5.1. Medida da Massa Corporal</i>	39
<i>2.5.2 Maturação Sexual</i>	39
<i>2.5.3 Teste de Corrida/caminhada de 6 Minutos</i>	39
<i>2.5.4 Teste de Corrida/caminhada de 9 Minutos</i>	39
<i>2.5.5 Aptidão Cardiorrespiratória</i>	40
2.6 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS	41
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
3.1 PROCESSO DE VALIDAÇÃO DOS TESTES DE CORRIDA/CAMINHADA DE 6 E DE 9 MINUTOS	42
3.2 FORMAS DE EXPRESSÃO DO VO_{2MÁX} (ESCALAS ALOMÉTRICAS)	49
3.3 RELAÇÃO ENTRE OS TESTES DE CORRIDA/CAMINHADA DE 6 E DE 9 MINUTOS E O VO_{2MÁX} EM SUAS DIVERSAS FORMAS DE EXPRESSÃO	53
3.4 TESTES DE CORRIDA/CAMINHADA DE 6 E DE 9 MINUTOS E VO_{2MÁX} NO PERÍODO CIRCUMPUBERTÁRIO	57
<i>3.4.1. Relação entre os Testes de 6 e de 9 Minutos; VO_{2máx} e Idade</i>	58
<i>3.4.2. Relação entre o Teste de 6 Minutos; VO_{2máx} e Maturação Biológica</i>	61
<i>3.4.3. Diferença entre os Sexos nos Testes de 6 e de 9 Minutos e VO_{2máx} nos Distintos Grupos de Maturação Biológica</i>	67
3.5. VARIÁVEIS DETERMINANTES DO DESEMPENHO DOS TESTES DE CORRIDA/CAMINHADA DE 6 E DE 9 MINUTOS	70
<i>3.5.1 Teste de 6 Minutos</i>	71
<u>3.5.1.1 Amostra Total</u>	73
<u>3.5.1.2 Estratificado por Sexo</u>	77
<i>3.5.2 Teste de 9 Minutos</i>	80
<u>3.5.2.1 Amostra Total</u>	82
<u>3.5.2.2 Estratificado por Sexo</u>	85
CONCLUSÃO	91
REFERÊNCIAS	95
ANEXO – Termo de Consentimento Informado	103

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Relação entre o teste de 6 minutos e o $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}) estratificada por sexo.....	44
Figura 2. Relação entre o teste de 9 minutos e o $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}) estratificada por sexo.....	45
Figura 3. Relação entre os testes de 6 e de 9 minutos com a idade, estratificada por sexo..	58
Figura 4. Relação entre o $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1} e $kg^{-0,87}$) e a idade, estratificada por sexo.....	59
Figura 5. Relação entre o $VO_{2m\acute{a}x}$ de expoentes $kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$ e a idade, estratificada por sexo.....	60
Figura 6. Valores médios dos índices alcançados no teste de 6 minutos nos diferentes grupos de maturação biológica A esquerda referente à amostra total e, à direita, estratificados por sexo.....	62
Figura 7. Valores médios de $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}) nos diferentes grupos de maturação biológica. A esquerda referente à amostra total e, a direita, estratificados por sexo.....	63
Figura 8. Valores médios de $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,87}$) nos diferentes grupos de maturação biológica A esquerda referente à amostra total e, a direita, estratificados por sexo.....	64
Figura 9. Valores médios de $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$) nos diferentes grupos de maturação biológica. Os dois gráficos superiores da figura representam o $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,75}$) e os gráficos abaixo o $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,67}$).....	64
Figura 10. Relação entre o teste de 6 minutos com $VO_{2m\acute{a}x}$ kg^{-1} ; $kg^{-0,87}$; $kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$	71
Figura 11. Relação entre o teste de 6 minutos com economia de movimento e limiar ventilatório, expressos em kg^{-1} e $\%VO_{2m\acute{a}x}$	72
Figura 12. Relação entre o teste de 9 minutos com $VO_{2m\acute{a}x}$ kg^{-1} ; $kg^{-0,87}$; $kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$	81
Figura 13. Relação entre o teste de 6 minutos com economia de movimento e limiar ventilatório, expressos em kg^{-1} e $\%VO_{2m\acute{a}x}$	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estatística descritiva dos testes de 6 e 9 minutos e do $VO_{2m\acute{a}x}$ estratificada por sexo.....	42
Tabela 2. Coeficientes do modelo de regressão do $VO_{2m\acute{a}x}$ para o teste de 6 minutos estratificados por sexo.....	43
Tabela 3. Coeficientes do modelo de regressão no teste de 9 minutos estratificados por sexo.....	44
Tabela 4. Coeficientes de regressão de massa corporal em relação ao VO_2 máximo absoluto. No modelo 2 a idade e a maturação biológica são inseridas no modelo.....	51
Tabela 5. Coeficientes de regressão de massa corporal em relação ao VO_2 máximo absoluto, com a inserção da idade e da maturação biológica no sexo masculino.....	51
Tabela 6. Coeficientes de regressão de massa corporal em relação ao VO_2 máximo absoluto, com a inserção da idade e da maturação biológica no sexo feminino.....	52
Tabela 7. Matriz de correlação entre todas as formas de expressão do $VO_{2m\acute{a}x}$ e o teste de 6 minutos.....	53
Tabela 8. Matriz de correlação entre todas as formas de expressão do $VO_{2m\acute{a}x}$ e o teste de 6 minutos nos dois sexos.....	54
Tabela 9. Matriz de correlação entre todas as formas de expressão do $VO_{2m\acute{a}x}$ e o teste de 9 minutos.....	55
Tabela 10. Matriz de correlação entre todas as formas de expressão do $VO_{2m\acute{a}x}$ e o teste de 9 minutos nos dois sexos.....	56
Tabela 11. Valores de "n", média e desvio padrão do teste de 6 minutos, $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}), $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,87}$), $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,75}$) e $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,67}$) nos diferentes grupos de maturação biológica.....	62

Tabela 12. Estatística descritiva usual, valor de F e Sig. dos testes de 6 e de 9 minutos e do $VO_{2máx}$ (kg^{-1} ; $kg^{-0,87}$; $kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$) nos grupos de pré-púberes, púberes e pós-púberes, estratificada por os sexos.....	68
Tabela 13. Estatística descritiva (n, média e desvio padrão) das variáveis contidas no modelo de regressão do teste de 6 minutos.....	73
Tabela 14. Matriz de correlação das variáveis contidas no modelo de regressão do teste de 6 minutos.....	74
Tabela 15. Coeficientes do modelo de regressão do teste de 6 minutos (fase 1).....	75
Tabela 16. Coeficientes do modelo de regressão do teste de 6 minutos (fase 2).....	75
Tabela 17. Coeficientes do modelo de regressão do teste de 6 minutos (fase 3).....	76
Tabela 18. Estatística descritiva (n, média e desvio padrão) das variáveis contidas no modelo, estratificada por sexo.....	77
Tabela 19. Matriz de correlação das variáveis contidas no modelo regressão do teste de 6 minutos. Acima da diagonal os valores referentes aos meninos e, abaixo, referente às meninas.....	78
Tabela 20. Coeficientes do modelo de regressão do teste de 6 minutos para cada sexo (fase 1)	78
Tabela 21. Coeficientes do modelo de regressão do teste de 6 minutos para cada sexo (fase 2)	79
Tabela 22. Coeficientes do modelo de regressão do teste de 6 minutos para o sexo masculino (fase 3)	79
Tabela 23. Coeficientes do modelo de regressão do teste de 6 minutos para o sexo feminino (fase 3).....	80
Tabela 24. Estatística descritiva (n, média e desvio padrão) das variáveis contidas no modelo de regressão do teste de 9 minutos.....	83
Tabela 25. Matriz de correlação das variáveis contidas no modelo de regressão do teste de 9 minutos.....	83
Tabela 26. Coeficientes do modelo de regressão do teste de 9 minutos (fase 1).....	84
Tabela 27. Coeficientes do modelo de regressão do teste de 9 minutos para cada sexo (fase 2)	84
Tabela 28. Estatística descritiva (n, média e desvio padrão) das variáveis contidas no modelo de regressão do teste de 9 minutos, estratificada por sexo.....	86

Tabela 29. Matriz de correlação das variáveis contidas no modelo de regressão do teste de 9 minutos. Acima da diagonal os valores referentes aos meninos e, abaixo, referente às meninas.....	86
Tabela 30. Coeficientes do modelo de regressão do teste de 9 minutos para cada sexo (fase 1)	87
Tabela 31. Coeficientes do modelo de regressão do teste de 9 minutos referente aos meninos (fase 2).....	87
Tabela 32. Coeficientes do modelo de regressão do teste de 9 minutos referente às meninas (fase 2).....	88

INTRODUÇÃO

No quadro de variáveis que compõem a aptidão física, a aptidão cardiorrespiratória tem se destacado como uma das mais importantes tanto para atletas do alto rendimento, nas diversas modalidades esportivas, quanto para escolares e indivíduos não atletas. Esta relevância se deve ao fato da aptidão cardiorrespiratória estar relacionada tanto com a saúde e ao desempenho esportivo em geral, bem como com a saúde cardiovascular em particular (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1991).

Alguns estudos apontam que baixos índices de aptidão cardiorrespiratória na idade adulta podem estar associados ao risco de hipertensão, doença coronariana, obesidade, diabetes e outras doenças crônico-degenerativas (BLAIR et al., 1992; EISENMANN et al. 2005, KATZMARZYK et al., 2005), e que, de certa forma, tais problemas podem ter início em algum momento da infância (KAVEY et al. 2003; STEINBERGER et al. 2003; WILLIAMS et al. 2003). Especialmente sobre as doenças cardiovasculares (DCVs), o aumento significativo de acometimentos nos últimos anos vem sendo reconhecido também como um problema pediátrico. Mesmo que as manifestações clínicas das DCVs apareçam tipicamente em adultos, estudos patológicos têm reportado que lesões arterioscleróticas avançadas já podem ser identificadas em crianças e jovens (BERENSON et al., 1992). Dessa forma, identificar os índices de aptidão cardiorrespiratória torna-se indispensável para profissionais da área da promoção da saúde que pretendem e queiram estar a par dos níveis de saúde e de desempenho de crianças e jovens.

No âmbito da avaliação da aptidão cardiorrespiratória, a medida de consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) vem sendo o parâmetro mais utilizado entre os pesquisadores. Isto é decorrente do fato do $VO_{2máx}$ ser um indicador que representa tanto as qualidades específicas do sistema de transporte de oxigênio, o qual envolve as funções do coração, pulmões, sangue e vasos sanguíneos de uma forma sistêmica, quanto à capacidade das células musculares em utilizar este oxigênio transportado para produzir energia (NAHAS, 2001; ARMSTRONG et al., 1999). Assim, ao ser medido de forma direta, o $VO_{2máx}$ representa a mais precisa e válida das técnicas, sendo considerado o padrão ouro na avaliação da aptidão cardiorrespiratória.

Entretanto, o alto custo financeiro, a necessidade de pessoal especializado e o tempo gasto na avaliação direta do $VO_{2m\acute{a}x}$, têm levado profissionais da área que lidam com grandes populações a optar por técnicas indiretas de avaliação da potência aeróbia.

Nesta perspectiva, grandes projetos internacionais (AAPERD – teste de 9 minutos; Fitnessgram – teste da milha; Eurofit – Shuttle Run; CAHPER – Shuttle Run; FACDEX – teste de 12 minutos) têm se preocupado em propor testes que possam mensurar de forma válida e fidedigna, através de métodos indiretos, o $VO_{2m\acute{a}x}$ de crianças e adolescentes.

No Brasil, programas semelhantes também foram planejados para utilizar medida de $VO_{2m\acute{a}x}$ indireto. Maurício Leal Rocha e sua equipe nos anos 70 foram pioneiros nesta perspectiva, lançando o chamado Projeto Brasil, o qual utilizava o teste de 12 minutos. Matsudo et al. (1992) utilizando o teste de 1000 metros; Böhme e Freitas (1989) avaliando através do teste de nove minutos; Guedes e Guedes (1997) através dos testes de 9 e 12 minutos; Nahas et al. (1992) com o teste de 12 minutos; Barbanti (1983) com teste de 9 minutos, entre outros, também contribuíram na validação e utilização de testes indiretos de aptidão cardiorrespiratória.

No Rio Grande do Sul (RS), o Projeto Esporte Brasil (Proesp-BR, 2000) no âmbito do qual essa dissertação se integra, com o objetivo de avaliar a aptidão cardiorrespiratória ou potência aeróbia de crianças e adolescentes, adotou o teste de corrida/caminhada de nove minutos justificando a escolha por tratar-se de um teste de fácil aplicação e de baixo custo financeiro, adequado à realidade das escolas brasileiras.

No entanto, alguns anos de experiência do Proesp-BR têm demonstrado que o teste de 9 minutos apresenta, além de um baixo grau de motivação, limitações em relação às características inicialmente propostas pelo teste, apesar de sua comprovada validade (AAHPERD, 1980). Ou seja, o tempo excessivo do teste, aliado a uma dificuldade de manutenção de ritmo das crianças e jovens, contribuem para obtenção de valores médios, por sexo e idade, com uma elevada margem de variação.

Considerando esta realidade, o presente trabalho pretende sugerir uma alternativa capaz de solucionar alguns dos principais problemas encontrados no teste de 9 minutos. Objetivamente pretendemos validar o teste de corrida/caminhada de 6 minutos com a intenção de dinamizar a estrutura da coleta de dados através da diminuição da duração do teste e, com isso, manter a efetiva motivação dos alunos durante sua realização.

Embora tais necessidades sejam pertinentes para nosso projeto no âmbito pedagógico, as questões no âmbito da fisiologia merecem atenção e, portanto, também fazem parte de nossa perspectiva de estudo.

Devemos considerar que para a validação de um teste indireto de aptidão cardiorrespiratória, é necessário que os índices alcançados apresentem uma considerável relação com a medida de $VO_{2máx}$. Isto pressupõe que quanto maior a capacidade de corrida de uma criança, ou seja, quanto maior o seu índice alcançado no teste de potência aeróbia, maior deverá ser seu $VO_{2máx}$. Entretanto, o que a literatura comumente relata é que durante o período da infância e adolescência, nos dois sexos, há uma clara tendência de melhoria no desempenho das crianças e jovens nos testes de campo (indiretos), ao passo que esta tendência não é acompanhada pela medida do $VO_{2máx}$. Sendo assim, algumas hipóteses podem ser sugeridas: (1) Ou a forma de expressão do $VO_{2máx}$ está inadequada; ou (2) há outras variáveis intervenientes no desempenho da corrida destas crianças.

No que se refere a nossa primeira hipótese, devemos considerar que ao valermos-nos de comparações de $VO_{2máx}$ entre indivíduos ou entre grupos, surge à necessidade de expressá-lo por aspectos referentes ao tamanho corporal. Assim, a expressão mais utilizada é o $VO_{2máx}$ por unidade de massa corporal usualmente expresso em $ml.kg^{-1}.min^{-1}$. Se o $VO_{2máx}$ for assim expresso, estaremos assumindo que este dado foi “normalizado” e que a influência da massa corporal fora removida. Mas o uso de padrões de simples razão ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$), no entanto, tende claramente a proporcionar vantagens àqueles indivíduos de menor peso, como também, por outro lado, tende a penalizar crianças e jovens maiores (VANDERBURGH & KATCH, 1996; LOFTIN et al., 2001). Assim, como alternativa às dificuldades encontradas por estes métodos, surge-nos a proposta do uso da alometria que, através da “função potência”¹, nos possibilita a interpretação da íntima relação de variáveis fisiológicas (VO_2) com o crescimento diferencial de cada indivíduo. Desta forma, é possível obtermos as comparações intersujeitos e intergrupos, teoricamente, livres da influência da composição corporal. Estudiosos da área, portanto, valem-se destas técnicas, de cunho desenvolvimentalista normativo e diferencial, para investigar aspectos centrais das respostas fisiológicas de crianças e jovens, principalmente no que tange o consumo de oxigênio, levando em consideração os sujeitos dimensionalmente distintos.

Não obstante, com relação a nossa segunda hipótese, a aptidão cardiorrespiratória, como sugere alguns especialistas, deve ser compreendida não só como a simples medida do $VO_{2máx}$, mas, conjugadas neste processo, variáveis como a economia de movimento e o limiar anaeróbio, que, analisadas conjuntamente, resultam num conhecimento mais abrangente de tal

¹ O termo “função potência” designa uma forma de expressão do $VO_{2máx}$ diferente da convencional (simples razão), da qual tenta interpretar a real proporção estabelecida entre $VO_{2máx}$ e massa corporal. As especificações deste método estão descritas a seguir.

fenômeno (COOPER, 1984; LÉGER, 1996; MCCORMACK et al., 1991; CURETON et al. 1997).

Considerando estes aspectos como fatores limitantes para a proposição de testes indiretos de aptidão cardiorrespiratória, o presente projeto tem como objetivo geral compreender as relações que se estabelece entre os testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos e o $VO_{2máx}$, identificando que variáveis são capazes de determinar o desempenho, de ambos os testes, em indivíduos no período da infância e adolescência.

Todavia, o objetivo geral pode ser melhor especificado. Para tanto, propomos os seguintes objetivos específicos:

- Verificar a validade concorrente do teste de corrida/caminhada de 6 minutos em crianças e adolescentes dos dois sexos, comparando-a com os resultados obtidos no teste de corrida/caminhada de 9 minutos;
- Identificar a “função potência” ou expoente alométrico de massa corporal referente à população estudada, para os dois sexos, controlando o efeito da idade e da maturação biológica;
- Identificar entre as distintas formas de expressão do $VO_{2máx}$ aquela que melhor se associa ao desempenho de crianças e adolescentes nos testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos;
- Verificar o comportamento do $VO_{2máx}$ ao longo das idades e do período circumpubertário, no intuito de identificar, dentre suas distintas formas de expressão, o que mais se assemelha ao comportamento dos índices obtidos nos testes de 6 e de 9 minutos;
- Verificar se há diferenças estatisticamente significativas entre os sexos, dentre cada grupo de maturação biológica, tanto no $VO_{2máx}$, em suas diversas formas de expressão, quanto no desempenho dos testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos;
- Avaliar a contribuição de cada variável da aptidão cardiorrespiratória ($VO_{2máx}$, economia de movimento e limiar anaeróbio) na explicação do desempenho dos testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos em crianças e adolescentes, estratificados por sexo.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

A aptidão cardiorrespiratória é considerada o componente da aptidão física que melhor descreve a capacidade dos sistemas cardiovascular e respiratório de fornecer oxigênio durante uma atividade física contínua. A aptidão cardiorrespiratória tem justificada sua importância na medida em que se configura como um elemento chave para a aptidão física relacionada à saúde e desempenho esportivo em geral, bem como com a saúde cardiovascular em particular. Dessa forma, tal aptidão tem servido como parâmetro tanto para atletas, de diferentes modalidades esportivas, quanto para indivíduos não atletas que necessitam de uma atividade física como meio de promoção da saúde. Por outro lado, é importante salientar o aumento significativo do número de estudos realizados por autores e instituições de renome internacional que têm demonstrado uma consistente associação entre atividade física, aptidão cardiorrespiratória e saúde (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1991).

Alguns estudos apontam que baixos índices de aptidão cardiorrespiratória na idade adulta podem estar associados a algumas doenças crônico-degenerativas, tais como: hipertensão, doença coronariana, obesidade, câncer, e diabetes (BLAIR et al., 1992; EISENMANN et al. 2005, KATZMARZYK, 2005; SAWADA et al. 2003a, 2003b). Não obstante, vários autores relatam que tais doenças podem ter início em algum momento da infância, uma vez que, devido aos confortos da vida moderna, a crescente violência urbana, a constante redução de espaços para prática de esportes e lazer, entre outros fatores, os níveis de atividade física de crianças e jovens estão cada vez menores (NAHAS & CORBIN, 1992; KAVEY et al. 2003; STEINBERGER et al. 2003; WILLIAMS et al. 2003). Segundo Berenson et al. (1992), os fatores de risco em adultos estão associados com as experiências de atividade física das crianças e jovens durante a infância e adolescência. Baseados nestes indicadores, epidemiologistas e especialistas em educação física ressaltam a importância da educação física escolar como alicerce para o desenvolvimento de bons níveis de aptidão física e saúde (CORBIN, 2002; GAYA et al. 1997; GUEDES & GUEDES, 1993; NAHAS & CORBIN, 1992). Assim, estamos convencidos de que o período da infância e a adolescência representam períodos ótimos para uma intervenção pedagógica no sentido de estimular hábitos e comportamentos de saúde, que possam vir a manter-se durante toda a vida adulta.

A avaliação dos componentes da aptidão cardiorrespiratória é geralmente realizada através de ergômetros, que são instrumentos que nos permite a determinação da quantidade de

trabalho mecânico efetuada por unidade de tempo (DE ROSE & RIBEIRO, 1998). Dessa forma, enquanto o indivíduo efetua um trabalho de intensidade predeterminada, podemos medir os distintos fenômenos fisiológicos ($VO_{2máx}$, economia de movimento, limiar anaeróbico, entre outros) que ocorrem devido a uma adaptação ao exercício proposto.

Embora seja o $VO_{2máx}$ a medida de maior interesse dos profissionais da área, e que, ao longo do tempo, vem sendo apontado por diversos autores (VODAK & WILMORE, 1975; WOYNAROWSKA, 1980; ARMSTRONG et al. 1991, 1998, 1999) como um parâmetro fisiológico objetivo capaz de melhor indicar a aptidão cardiorrespiratória dos indivíduos, algumas outras variáveis também vêm sendo relacionadas como intervenientes. Neste sentido, McCormack et al. (1991); Leger (1996); Cureton et al. (1997); Cooper et al. (1984), sugerem que a aptidão cardiorrespiratória pode ser entendida como a composição de distintos fatores orgânicos medidos na ergometria. Defendem que variáveis como economia de movimento, ou economia de processos energéticos aeróbios; e limiar anaeróbio, juntamente com o $VO_{2máx}$ podem estabelecer um panorama mais ampliado sobre a aptidão cardiorrespiratória de crianças e jovens.

Desta forma, para que possamos levantar e discutir as questões relevantes deste trabalho sem perder de vista seus objetivos, estruturamos nossa revisão de literatura a partir de uma visão ampliada da aptidão cardiorrespiratória e seus componentes. Discutimos, num primeiro instante, a validação de testes de medida da potência aeróbia (testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos) a partir da caracterização do conceito, dos critérios de obtenção e das formas de expressão do $VO_{2máx}$. Posteriormente, analisamos as possíveis variáveis intervenientes (sexo, idade e maturação biológica) sobre a relação entre o $VO_{2máx}$ e o desempenho dos testes aeróbios de campo propostos neste estudo. Por fim, enfatizamos outros componentes da aptidão cardiorrespiratória (economia de movimento e limiar anaeróbio) que, como dito anteriormente, podem fazer parte do entendimento global da variável em questão.

1.2 COMPONENTES DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

1.2.1 VO_2 máximo

1.2.1.1 Conceito e Critérios de Obtenção

O $VO_{2m\acute{a}x}$ corresponde à quantidade máxima de oxigênio que um indivíduo consegue captar, transportar, fixar e utilizar na produção de trabalho exercido pelo corpo humano (COOPER et al. 1984; ASTRAND & RODAHL, 1986; BARBANTI, 2003; ACSM, 1995; ROWLAND, 1996; ARMSTRONG et al., 1998, 1999). Objetivamente, o $VO_{2m\acute{a}x}$ pode ser entendido como um elemento numérico que traduz o funcionamento de toda a cadeia de transporte e utilização de O_2 (ROWLAND, 1990; 1996). O $VO_{2m\acute{a}x}$ é medido através do maior volume de oxigênio por unidade de tempo que um indivíduo capta, respirando ar atmosférico, durante algum exercício que compreenda uma porção significativa de massa muscular (HILL *apud* BASSETT & HOWLEY, 1997; KRAHENBUHL et al. 1985).

Por ser um excelente indicador da aptidão cardiorrespiratória, o $VO_{2m\acute{a}x}$ tem merecido maior atenção frente a outras componentes da aptidão cardiorrespiratória, pois reflete a capacidade do sistema respiratório e cardiovascular, favorecendo indiretamente a qualidade de expressão de outras componentes da aptidão física (MAIA, 1995). Nesta perspectiva, o $VO_{2m\acute{a}x}$ tem sido utilizado como um parâmetro de potência aeróbia máxima. Assim, ao ser medida através do $VO_{2m\acute{a}x}$, a potência aeróbia pode ser considerada como a capacidade máxima do indivíduo em captar, transformar e utilizar o oxigênio do organismo para realizar exercícios físicos por períodos prolongados.

Todavia, se há na literatura um certo consenso quanto ao conceito de $VO_{2m\acute{a}x}$, o mesmo não ocorre quanto aos critérios de sua obtenção. Atinge-se o $VO_{2m\acute{a}x}$ quando ocorre um fenômeno de platô no VO_2 , uma vez que apesar do incremento da carga, durante um teste máximo progressivo, não se observa mais aumento significativo do VO_2 . Na prática esta ocorrência é freqüente em adultos, mas não em crianças ou adolescentes (FREEDSON et al., 1986; ROWLAND, 1993; LÉGER, 1996; POWERS & HOWLEY, 2000).

Num estudo clássico sobre VO_2 em crianças, Astrand & Rodahl (1986) observou que 50% delas não atingiam uma estabilização do VO_2 quando submetidas a esforços máximos, levando o autor a sugerir que critérios como elevados níveis de lactato e exaustão do indivíduo (avaliado subjetivamente) poderiam ser adotados para assumir o alcance do $VO_{2m\acute{a}x}$. Assim, na ausência deste fenômeno, aceitam-se outros critérios para sua determinação.

O primeiro destes critérios é a freqüência cardíaca máxima. A literatura relata que se o indivíduo atingir a freqüência cardíaca máxima estimada para a sua idade (FREEDSON et al., 1986; LEGÉR, 1996), ou bem próximo disso (COLLINS et al., 1991), pode-se considerar um primeiro indicio de obtenção do $VO_{2m\acute{a}x}$. Geralmente o platô de freqüência cardíaca é observado antes que se atinja o $VO_{2m\acute{a}x}$ tanto em crianças (SUNDERBERG & ELOVAINIO *apud* LEGER, 1996) quanto em adultos (DAVIES *apud* LEGER, 1996). Pelo fato da

frequência cardíaca máxima ser estável durante o crescimento, o critério geralmente recomendado é o de 200 e 195bpm para esteira e cicloergômetro, respectivamente (ROWLAND, 1993). A relação entre o volume de O₂ consumido e o volume de CO₂ produzido (VCO₂/VO₂), chamado de quociente respiratório, também pode ser observado como critério. Seus valores devem igualar ou ultrapassar de 1,11 para o cicloergômetro de pernas ou de 1,04 para a esteira rolante (COLLINS et al., 1991; FREEDSON et al., 1986; McARDLE et al., 1998; ROWLAND, 1993; SWAIN et al., 1994). Através destes valores se pressupõe que a fadiga local já fora instalada, justamente pela constatação de uma maior contribuição dos processos anaeróbicos. Outro critério a ser observado é o lactato sanguíneo. Este deve atingir níveis a partir de 6 a 7 mMol/l (EKBLUM, SAHLIN & WOLFE *apud* BANGSBO, 1993; FRANCHINI et al., 1998), sendo recomendado para crianças o valor de 9 mMol/l. Já em adultos este valor é de 3 a 5 mMol/l superior quando comparados as crianças (DOCHERTY E GAUL *apud* LEGER, 1996). Além destes parâmetros fisiológicos, sinais de extrema exaustão ou cansaço poderão também ser indicadores de que o sujeito atingiu o VO_{2máx} (LÉGER, 1996; LÉGER & BOUCHER, 1980).

Apesar das referências a estes critérios na literatura, Armstrong et al. (1998) não detectaram em seus estudos diferenças estatisticamente significativas de VO_{2máx}, quociente respiratório, frequência cardíaca máxima e lactato sanguíneo entre os sujeitos que atingiam ou não o platô de consumo de oxigênio. Em suma, acreditamos que a presença simultânea de vários destes indicadores fisiológicos será talvez a melhor maneira de perceber se o VO_{2máx} foi ou não atingido.

1.2.1.2 Formas de Expressão

A discussão sobre as diversas formas de expressão do VO_{2máx} é importante na medida em que cada uma destas distintas formas supõe diferentes interpretações sobre a avaliação dos resultados.

O VO_{2máx} expresso de forma absoluta (l.min⁻¹), pode ser um bom indicador do funcionamento do sistema aeróbio, da função cardiorrespiratória e do metabolismo oxidativo, porém só intra-individualmente, pois este parâmetro fisiológico é muito influenciado por alterações devidas ao crescimento (LÉGER, 1996). Já quando pretendemos realizar comparações do VO_{2máx} entre indivíduos ou entre grupos, é necessário relativizarmos o desempenho desta variável por aspectos referentes ao tamanho ou a composição corporal da pessoa. O exemplo clássico é o VO₂ máximo relativo à massa corporal, expresso em ml.kg⁻¹

$^1 \cdot \text{min}^{-1}$. Através desta maneira de expressão do $\text{VO}_{2\text{máx}}^2$, assumimos que estes dados foram “normalizados” e que a influência da massa corporal fora isolada.

No entanto, há um apanhado de evidências (BERGH et al., 1991; NEVILL, 1992; WINTER & NEVILL, 1996; WESLMAN et al., 1996; JANZ et al., 1998; ARMSTRONG et al., 1998) que demonstram que a expressão de simples razão do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ é inapropriada, principalmente no que tange crianças e adolescentes. Evidências empíricas têm demonstrado que a relação alométrica tem descrito mais apropriadamente a relação entre o VO_2 e a massa corporal. A alometria foi desenvolvida através de uma função log-linear, formulada originalmente em sua essência analítica por $Y = a X^{(b)}$. Esta distinta forma de expressão do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ será denominada, neste estudo, de “função potência”. Esta formulação trata-se de identificar, após transformação logarítmica ($\ln Y = \ln a + b \ln X$), o sinal alométrico que corresponde exatamente ao valor de b . Neste caso, a expressão do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ passaria a elevar a massa corporal a uma potência pré-estabelecida pela função, sendo expresso, portanto, em $\text{ml} \cdot \text{kg}^{(-b)} \cdot \text{min}^{-1}$, ou simplesmente, $\text{VO}_{2\text{máx}} (\text{kg}^{(-b)})$. Esta forma de expressão e suas relações com o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ serão discutidos posteriormente, pois estão ligadas diretamente com as distintas formas de crescimento e processos de avanços maturacionais dos quais serão discutidos a seguir.

Por fim, há aqueles (BINKHORST, 1985; SPARLING & CURETON, 1983; VANDERBURGH, 1996; MCMURRAY et al., 2002; LOFTIN et al., 2001) ainda que defendem a razão da medida de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ pela massa corporal magra para fins de comparação, argüindo que ao isolar o tecido adiposo da análise, teríamos a relativização apenas pelo tecido metabolicamente ativo.

O que podemos concluir desta discussão é que cada uma das formas de expressão do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ pressupõe uma forma de interpretação diferente e que, portanto, devemos ter o maior cuidado ao utilizá-las, para não cairmos no erro de atribuir valores a indivíduos que não representam a verdadeira realidade.

1.2.1.3 Validade dos testes indiretos de $\text{VO}_{2\text{máx}}$

Qualquer teste que pretenda estimar o $\text{VO}_{2\text{máx}}$, ou ainda a aptidão cardiorrespiratória em geral, deverá ter uma estratégia para obtenção da medida. Os seus resultados devem ser

² Em nosso estudo, esta forma de expressão do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ será denominada de “simples razão”, onde geralmente será expressa por (kg^{-1}) . Esta é a forma de expressão mais usual do $\text{VO}_{2\text{máx}}$, geralmente representada nos estudos em $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

confrontados com outros testes já validados diretamente por uma medida critério, geralmente denominada padrão ouro, possibilitando a inferência sobre o poder de predição do teste em questão. Não obstante, apesar da reconhecida validade e fidedignidade das informações fornecidas pelos métodos utilizados para a coleta do $VO_{2máx}$ (métodos diretos), estes métodos exigem além de pessoal especializado para sua aplicação, um tempo relativamente grande e um alto custo financeiro (VODAK & WILMORE, 1975; DISCH et al., 1975; JACKSON E COLEMAN, 1976; DUARTE & DUARTE, 2001).

Tendo em vista as dificuldades quanto à aplicação dos métodos diretos, diversos métodos indiretos foram propostos, como por exemplo: teste de 12 minutos; dos 9 minutos; teste da Milha (1600m); e teste do Vai-Vem, também conhecido como Shuttle Run, Yo-Yo, corrida Navette, e Pacer (apesar das sutis diferenças entre eles). No entanto, para que os métodos indiretos possam ser confiáveis, ou seja, para que eles possam medir realmente o que se propõem, é que a validade deve ser testada.

A validade refere-se à extensão que um instrumento mede e que se propõe medir (SAFRIT & WOOD, 1995). No caso do teste de corrida/caminhada de 6 minutos, por exemplo, que se propõe a avaliar a aptidão cardiorrespiratória de indivíduos, o que se espera é que o desempenho neste teste tenha uma alta correlação com o critério referência. No caso de testes de característica predominantemente aeróbia, a medida critério ou o padrão ouro é $VO_{2máx}$, pois esta medida é, até então, considerada a mais precisa e válida das técnicas para a avaliação da aptidão cardiorrespiratória. Enfim, entendemos que se os índices obtidos em determinado teste aeróbio de campo se correlacionar fortemente, e de forma significativa com a medida padrão, poderemos inferir que o teste está medindo aquilo que se propôs. Assim, para que possamos estimar a potência aeróbia ou a aptidão cardiorrespiratória de crianças e jovens, é necessário que os índices obtidos no teste indireto tenha uma relação aceitável com a medida padrão de $VO_{2máx}$.

Nesta perspectiva, grandes grupos de pesquisa, consideradas organizações mundiais de estudos de crianças e jovens (Fitnessgram, AAHPERD, Eurofit, FACDEX), preocupados em conhecer a aptidão física de crianças e jovens, têm elaborado e proposto aos professores de escolas e treinadores, bateria de testes capazes de avaliar, com rigor, a condição ou a aptidão física da qual seus alunos ou atletas se encontram. Desta forma, a necessidade de testes de campo que meçam a potência aeróbia, tanto em adultos quanto em crianças, atletas ou não, de forma válida, e que se adaptem a realidade estudada vem sendo cada vez mais evidenciada pela literatura especializada.

Inúmeros estudos, vêm ao longo do tempo, procurando entender a relação entre os testes aeróbios de campo, sejam eles contínuos ou intermitentes, com o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}). No âmbito dos estudos que se propuseram a estudar testes de característica contínua, como os testes de 6, 9 e 12 minutos, o teste da milha, além dos testes com outras distâncias pré-estabelecidas, foi encontrada uma extensa variabilidade nos índices de associação com o $VO_{2máx}$, onde os valores de r variaram de 0,50 a 0,81 (Metz & Alexander, 1970; Gutin et al., 1976; Krahenbuhl et al., 1977; 1978). Mas gostaríamos de destacar três estudos que se dedicaram a estudar os testes de 6 e de 9 minutos. Jackson e Coleman (1976) ao estudarem a relação entre os testes de corrida/caminhada de 9 e de 12 minutos e a medida direta de $VO_{2máx}$, em crianças de 9 a 11 anos de idade, identificaram correlações altas e significativas ($r > 0,70$) em ambos testes investigados, nos dois sexos. Vodak & Wilmore (1975) ao avaliarem meninos entre 9 e 12 anos de idade, encontraram na relação entre $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) e o teste de corrida/caminhada de 6 minutos valor de r igual a 0,50. Da mesma forma, Van Mechelen et al. (1986) constataram, em crianças de 12 a 14 anos de idade, que o valor de r obtido entre o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) e o teste de corrida/caminhada de 6 minutos foi de 0,63. Neste estudo, apesar da relação apresentar-se moderada ($r = 0,63$), ao estratificá-los por sexo, o valor de r de meninos e meninas caiu para 0,51 e 0,45, respectivamente.

Em trabalho piloto (não publicado) realizado pelo Proesp-BR, que se propôs a correlacionar as distâncias percorridas nos testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos com o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}), em escolares de 11-12 anos dos dois sexos, identificaram que o teste de maior correlação com o $VO_{2máx}$ foi o de corrida/caminhada de 6 minutos (r de 0,77 e 0,58 para meninos e meninas, respectivamente). Os resultados favoráveis ao teste de corrida/caminhada de 6 minutos podem ser devido ao fato de que crianças conseguem atingir, segundo WILLIAMS et al., (2001) e FALWKNER & ARMSTRONG (2003) o $VO_{2máx}$ logo nos primeiros minutos de exercício, fazendo-nos supor que um teste de menor duração permitiria que crianças sustentassem um mesmo ritmo durante toda a execução do teste, evitando alternância de piques e caminhadas, mantendo assim, a característica aeróbia do teste.

Já os estudos que buscaram a validade de testes de característica intermitente, como Liu et al.(1992); Van Mechelen et al. (1986); Mahar et al. (1997) e Dourado (2001), também apresentaram variabilidade nos valores de r entre o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) e os testes aeróbios de campo propostos, contudo, nenhum dos estudos apresentou valores menores que 0,50.

1.2.1.4 Variáveis Intervenientes do $VO_{2máx}$

1.2.1.4.1 Idade e Sexo

É inequívoca a alteração na aptidão cardiorrespiratória durante o período da infância e adolescência para os dois sexos, sendo que estas modificações podem estar diretamente ligadas ao processo de crescimento. O crescimento corresponde às alterações físicas nas dimensões do corpo como um todo, ou de partes específicas, em relação ao fator tempo (KARLBERG & TARANGER, 1976; ESPENSCHADE & ECKERT, 1980). O crescimento somático envolve o aumento do número de células (hiperplasia), um aumento no seu tamanho (hipertrofia), e um incremento no conteúdo extra-celular. A predominância de um ou outro processo (hiperplasia, hipertrofia e incremento) varia com a idade e o tecido envolvido, sendo governada por fatores genéticos, regulados por mecanismos hormonais complexos e atualizados pela natureza sempre variável do ambiente (MALINA & BOUCHARD, 1991; FISCHBEIN, 1977). A curva geral do crescimento apresenta-se em forma de S (sigmóide) com quatro fases: rápido crescimento na primeira infância e no início da infância, crescimento estável, mas constante durante o final da infância, crescimento rápido no estirão da adolescência, e crescimento lento com eventual parada após a adolescência (MALINA & BOUCHARD, 1991). De certa forma, todas estas alterações físicas levam a um conseqüente estado de reestruturação metabólica dos indivíduos, configurando quadros distintos entre os sexos e as idades no que tange a variável $VO_{2máx}$.

Especificamente em estudos longitudinais (BALE, 1981; MIRWALD & BAILEY, 1986; RUTENFRANZ et al. 1982; SPRYNAROVA et al. 1987), realizados na Europa e na América do Norte, evidenciou-se que meninos entre 8 e 16 anos de idade têm apresentado um aumento gradual através dos anos em seus consumos de oxigênio absolutos ($l.m^{-1}$). O maior aumento absoluto desta variável foi detectado entre 12 e 14 anos de idade, sendo a média deste aumento em torno de $11^{-1}3\%$ ao ano (MIRWALD & BAILEY, 1986; ARMSTRONG & WELSMAN, 1994; MCMURRAY et al., 2002). Nas meninas, esta tendência é similar, no entanto, menos consistente. Elas apresentam um comportamento de incremento anual semelhante ao dos meninos, porém em magnitudes menores. Ao passo que os meninos aumentam em torno de $0,31 (l.m^{-1})$ ao ano, as meninas têm seus incrementos por volta de apenas $0,24 (l.m^{-1})$ com o passar dos anos.

Por outro lado, se avaliarmos o comportamento do $VO_{2máx}$ pela forma de expressão de “simples razão (kg^{-1})” observaremos um consenso na literatura. O $VO_{2máx} (kg^{-1})$ durante a

infância e adolescência, por volta dos 7-8 anos de idade, inicia com um incremento, tanto para os meninos quanto para as meninas, onde logo a seguir, por volta de 11 anos, passamos a observar uma estabilidade nos meninos, sendo que no caso das meninas, durante a adolescência, ainda é possível notarmos uma queda nesses valores (KEMPER, et al. 1986; BINKHORST, et.al. 1985; KRAHENBUHL & WILLIAMS, 1992; VANDERBURGH & KATCH, 1996; HEIL, 1997; WESLMAN et al., 1996, JANZ et al., 1998; ARMSTRONG et al., 1998, 1999; BATTERHAM et al., 1999; EISENMANN et al., 2001; WINTER & NEVILL, 1996; CURETON et al., 1997; BEUNEN et al., 2002). Krahenbuhl et al. (1985) após um vasto estudo de revisão, contando com estudos longitudinais e transversais, concluíram que nos meninos há a tendência de um leve incremento no $VO_{2máx}$ com a idade, porém nas meninas estes índices parecem ser diminuídos no período da infância e adolescência.

Quanto às diferenças entre os sexos, os índices obtidos em diversos estudos demonstram superioridade do sexo masculino em todas as idades, sendo tais diferenças mais evidenciadas naqueles de idade mais avançada (KEMPER & VERSCHUUR, 1981; COOPER et al. 1984; KRAHENBUHL et al. 1985; ARMSTRONG, 1991; MCMURRAY et al., 2002; etc). Nesta perspectiva, alguns autores ressaltam que as diferenças de $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) entre os sexos são maximizadas com o passar do tempo, evidenciando a influência tanto do crescimento quanto da maturação biológica nesta variável (KRAHENBUHL et al., 1985; ARMSTRONG & WELSMAN, 1994). Segundo estes autores acima citados, o comportamento do $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) quanto às diferenças entre sexo e idade podem ser devido ao processo de maturação biológica, onde os meninos tendem a ganhar massa muscular e as meninas, por outro lado, a aumentarem sua massa de gordura corporal. Na medida que estes fatores ligados a composição corporal influenciam de forma diferente no $VO_{2máx}$, esta pode ser uma das possíveis razões para estes distintos fenômenos.

1.2.1.4.2 Maturação Biológica

A maturação biológica é caracterizada por um processo evolutivo do indivíduo, que também pode ser chamado de o tempo ou o “timing” em direção ao estado adulto. A maturação biológica deve ser compreendida como uma série de mudanças biológicas que levam a um completo estado de desenvolvimento morfológico, fisiológico e psicológico ocorrendo de forma seqüencial e ordenada (MATSUDO, 1991; WEINECK, 1991; 1999). Se, por um lado, a seqüência da maturação do sistema biológico é similar nas crianças e

adolescentes, por outro, a época de ocorrência desses fenômenos podem sofrer variações significativas de indivíduo para indivíduo (BEUNEN et al., 1988; MALINA & BOUCHARD, 1991; GUEDES & GUEDES, 1995). Segundo Gallahue & Ozmun (2001), a seqüência geral de eventos que assinalam a puberdade é muito mais previsível do que as épocas específicas em que vão ocorrer. O processo de maturação biológica, portanto, é um período que assinala a transição da infância para idade adulta. Estes eventos estão diretamente ligados ao sistema endócrino e desempenham um papel crítico no crescimento e no processo maturacional. O sistema endócrino, segundo Malina & Bouchard (1991) é influenciado diretamente por mecanismos genéticos, que levam a uma complexa interação entre os sistemas (endócrino e nervoso) e as gônadas, com conseqüente chegada da puberdade. Portanto, ao que tudo indica, assim como a idade e o sexo, a maturação biológica também exerce um papel fundamental no comportamento do $VO_{2máx}$ de crianças e jovens (ROWLAND, 1990; LEGÉR 1996).

Neste sentido, Kemper & Verschuur (1981) observaram em meninos e meninas de 13¹/₄ anos de idade cronológica uma variação de 9 a 16 anos em termos de idade biológica. Os autores deste estudo, levando em consideração a idade biológica dessas crianças, constataram incremento no $VO_{2máx}$ absoluto; decréscimo nesses valores quando relativo à massa corporal e massa livre de gordura, e manutenção dos valores médios de $VO_{2máx}$, quando expresso pela altura ao quadrado (m^2) e por 2/3 da massa corporal ($kg^{0,67}$). No entanto, outros autores relatam que o comportamento do $VO_{2máx}$ tende a manter-se estabilizado se expresso em kg^{-1} , mas, por outro lado, se expresso em expoentes alométricos, os valores de $VO_{2máx}$ assumem uma tendência de incremento durante a puberdade (ARMSTRONG et al., 1991; WELSMAN et al., 1996). Por uma outra lógica de abordagem, Armstrong et al. (1998) constataram, numa amostra de crianças de 12 anos de idade, que o comportamento do $VO_{2máx}$ sofre alterações significativas pelos efeitos da maturação biológica. Neste sentido, Beunen et al. (2002) ao constatarem, em 73 meninos acompanhados dos 8 aos 16 anos de idade, que o expoente de massa corporal (função potência) sofria uma queda de 0,85 para 0,78 quando a maturação biológica passava a ser controlada, evidenciaram a relevância desta variável quando nos referimos ao $VO_{2máx}$.

Em síntese, a maturação biológica parece exercer um papel importante no comportamento do $VO_{2máx}$ de crianças e jovens na medida que esta variável, como sugerem Armstrong et al. (1991; 1998) e Welsman et al. (1996), está diretamente ligada ao aumento da massa muscular em meninos e da massa gorda em meninas, além da concentração de hemoglobina circulante, características estas geralmente encontradas nos indivíduos de maturação mais avançada.

1.2.1.5 Escalas alométricas (Crescimento Diferencial e $VO_{2m\acute{a}x}$)

A variância no tamanho do corpo é um dos vetores da estratégia adaptativa de qualquer espécie de primata (FLEAGLE *apud* MAIA, 2000). O tamanho da dimensão de qualquer animal coloca fortes restrições nas suas opções ecológicas, face ao ajustamento necessário das suas estruturas fisiológicas, *design* e função à multiplicidade de constrangimento do meio (MAIA, 2000).

A alometria, no seu sentido mais lato, dedica-se ao estudo da relação do tamanho e o sucesso adaptativo dos seres vivos cujas implicações são bem evidentes nos domínios estrutural, fisiológico, comportamental, e ecológico (MAIA, 2000).

No final do século XVIII, Snell comparou o tamanho do cérebro de animais com o tamanho absoluto do seu corpo, tendo sido o primeiro autor a propor um modelo não linear para quantificar tais relações. Neste mesmo sentido, no princípio do século XIX, cientistas como D'Arcy Thompson, Julian Huxley e Tessier também dedicaram seus estudos em defesa deste princípio. Porém, a noção de similaridade geométrica³ deve-se principalmente as proposições iniciais de Euclides e Arquimedes. Formulada inicialmente sobre as relações de lado, superfície e área de um cubo, mas posteriormente transposta para o domínio somático, considerou, na sua exposição, a comparação de sujeitos dimensionalmente distintos. Baseados nas proporções assumidas entre áreas de superfície corporal, volumes e comprimentos, a teoria da similaridade geométrica no âmbito da fisiologia foi suposta pela seguinte equação:

Se a área de superfície \propto comprimento²

E o volume \propto comprimento³

Então área de superfície \propto volume^{2/3}

Se assumirmos que o VO_2 apresenta uma importante relação com a área de superfície corporal e que a massa corporal é uma medida de volume, teremos o $VO_{2m\acute{a}x}$ expresso em $ml.kg^{-0,67(2/3)}.min^{-1}$. A alometria, portanto, é considerado atualmente um dos tópicos nucleares da biologia contemporânea (PEKKA, 2004), cujo propósito é esclarecer a associação íntima entre anatomia e função no sentido da descrição, interpretação e previsão (MAIA, 2000).

Huxley (*apud* MAIA, 2000) retomando o discurso antropológico sobre as taxas distintas de crescimento de vários segmentos do corpo, apresentou uma solução aparentemente simples ao problema. Baseando-se no crescimento corporal e assumindo que a

³ A proposta analítica que acompanha a teoria da similaridade geométrica, na sua formulação mais simples, é a da função potência, correntemente utilizada em estudos alométricos como veremos a seguir.

taxa específica de uma parte do corpo mantém uma razão constante com a taxa específica de crescimento de outra parte, através de uma função não linear, formalizou-se matematicamente a equação fundamental da alometria (função potência): $Y = a X^b$, onde X e Y são medidas relativas ao tamanho, e “a” e “b” são constantes concedidas pelos parâmetros da função.

Porém, os estudos alométricos são fundamentalmente quantitativos, onde procuram expressar as relações biológicas através das conseqüências da variação do tamanho, assumindo, inevitavelmente, que o processo de desenvolvimento dos organismos é regular e ordenado. Ou seja, a formulação de Huxley ignora as complexidades e sutilezas das alterações do corpo. Segundo Maia (2000), devemos salientar que esta equação fundamental da alometria ($Y = a X^b$) que visa à descrição do crescimento diferencial humano é eminentemente matemática não contando, portanto, com fatores nutricionais, de tempo cronológico e de morfologias individuais que provavelmente possam influenciar no processo. Trata-se de contrastar os coeficientes b obtidos na formulação log-linear do modelo com os valores dos expoentes dimensionais teoricamente derivados (similaridade geométrica), e interpretar as diferenças. Segundo Nevill et al. (1992; 1995) este modelo de função potência tem demonstrado ser teoricamente superior aos modelos lineares.

Na formulação original $Y = a X^b$ em sua essência analítica, Y é a variável dependente cujo aumento é considerado relativamente ao de outra variável; X é a variável independente, normalmente uma medida de tamanho (massa corporal); a e b são as constantes empiricamente calculadas. Após transformação logarítmica, a função fica da seguinte forma: $\ln Y = \ln a + b \ln X$, em que “a” corresponde ao valor na ordenada quando X é igual a 1 e “b” é a inclinação da reta, ou sinal alométrico.

Batermann et al. (1999) referem que as leis da similaridade geométrica (alometria) são baseadas em especulações teóricas onde as comparações intra-indivíduos seriam $b = 2/3$ e entre indivíduos o valor de b seria de $3/4$. Estas especulações foram derivadas da relação direta encontrada através da “plotagem” logarítmica da taxa metabólica de animais de diversas espécies sobre sua própria massa (Nevill, 1992). Entretanto, Heil (1997) afirma que o expoente teórico de $2/3$ (0,67) se ajusta melhor em amostra mais homogêneas, sendo o valor de $3/4$ (0,75) melhor ajustado sobre amostras heterogêneas.

Neste sentido, no que tange as ciências do movimento humano, onde constantemente devemos atribuir significados a um dado resultado, resta-nos questionar sobre qual o procedimento mais adequado para standardizar dados de desempenho motor de forma a tornar possível à equidade de comparações (ROWLAND, 1996; WINTER & NEVILL, 1996, 2004). Ao longo desse processo, portanto, surgem problemas do tipo: (1) Como perceber a

relação de uma variável do desempenho motor ($VO_{2máx}$) frente a estruturas somáticas diferenciadas? (2) Atribuímos um melhor resultado simplesmente a características de natureza funcional, ou levamos em consideração o crescimento diferencial do sujeitos?

Na perspectiva de se determinar o significado estatístico e substantivo dos resultados obtidos em testes de potência aeróbia frente a grupos distintos de sujeitos é que diversos autores (VANDERBURGH & KATCH, 1996; ARMSTRONG et al., 1998; HEIL, 1997; WESLMAN et al., 1996, JANZ et al., 1998; ARMSTRONG et al., 1999; BATTERHAM et al., 1999; EISENMANN et al., 2001; WINTER & NEVILL, 1996, CURETON et al., 1997) buscam interpretar tais diferenças valendo-se de escalas log-lineares capazes de apresentar a real relação entre estas variáveis. Esta metodologia vem sendo mais aceita que o $VO_{2máx}$ expresso pela massa corporal total, pois é baseada na transformação logarítmica dos dados, normalizando e adequando as medidas físicas e fisiológicas pelo processo individual de crescimento.

Alguns autores argüem no sentido de que o uso de padrões de simples razão (kg^{-1}) tende claramente a proporcionar vantagens àqueles indivíduos de menor peso, como também, por outro lado, de penalizar crianças e jovens maiores, pois não levam em consideração as diferenças intra-individuais de crescimento que encontramos ao avaliar grandes populações (VANDERBURGH & KATCH, 1996; LOFTIN et al., 2001; NEVILL 1994, 1995).

Parece ser consenso na literatura (ARMSTRONG *et al.*, 1999; BATTERHAM *et al.*, 1999; EISENMANN et al., 2001; WINTER & NEVILL, 1996) que a potência aeróbia não apresenta uma simetria proporcional ao crescimento da massa corporal (peso corporal), principalmente durante a infância e adolescência, sendo a taxa de aumento da massa corporal geralmente maior do que a relação evolutiva do $VO_{2máx}$. Portanto se a relação entre estas variáveis não é linear e direta, o $VO_{2máx}$ relativo a simples razão (kg^{-1}) não dá conta de remover a influência da massa corporal neste processo de avaliação. Neste âmbito, o das escalas alométricas, inúmeros autores procuraram identificar qual o valor de b que melhor representa a relação entre a massa corporal e o $VO_{2máx}$ (SJODIN & SVEDENHAG, 1992; VANDERBURGH & KATCH, 1996; WINTER & NEVILL, 1996; ARMSTRONG et al., 1998; WESLMAN et al., 1996, JANZ et al., 1998; ARMSTRONG et al., 1999; BATTERHAM et al., 1999; EISENMANN et al., 2001; PETERSEN et al., 2001; BEUNEN et al., 2002). Embora Cooper et al. (1984) tenham encontrado o valor de $b=1$ em meninos e meninas de 11 a 18 anos de idade, os vários estudos acima citados relataram valores de b sempre inferiores a 1, variando entre 0,61 e 0,80. Apesar dos expoentes de massa corporal apresentar uma certa variabilidade entre os estudos, parece claro para estes autores que o

$VO_{2m\acute{a}x}$, durante a puberdade, só apresenta incremento em seus valores quando expresso em expoentes alométricos. Logo, o expoente comumente usado ($b=1$) parece realmente não representar a relação entre o $VO_{2m\acute{a}x}$ e a massa corporal de crianças neste período.

Da mesma forma, em estudo que se propôs comparar o $VO_{2m\acute{a}x}$ entre meninas obesas e não obesas, tanto através do método de relativização de simples razão quanto pelo método de escala alométrica, detectou-se que as diferenças de 50% antes encontradas entre os grupos no $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}) passaram a 10⁻¹1% quando usado a alometria como forma de relacionar a massa corporal com a potência aeróbia de crianças. (LOFTIN et al., 2001). Neste mesmo sentido, Vanderburgh et al. (1996) detectaram que o $VO_{2m\acute{a}x}$ expresso em kg^{-1} penaliza aquelas meninas mais pesadas justamente por sua composição corporal contar com mais massa de gordura, e assim, confunde a avaliação da aptidão cardiorrespiratória nesta população. É possível, assim, percebermos que as diferenças que frequentemente encontramos na comparação da potência aeróbia de crianças obesas e não obesas, e entre sexos, não ficam tão evidentes quando usamos um método teoricamente mais adequado para estes tipos de análises.

Já em adultos, Heil (1997) encontrou valores próximos de 0,67 ao controlar o efeito da idade, sexo, percentagem de gordura, estatura e nível de atividade física. Ao retirar a estatura do modelo, o valor exponencial alométrico passou para 0,75, valor este muito referido na literatura. Da mesma forma, Welsman et al. (1996), ao colocar a variável estatura no modelo de análise, encontraram uma diminuição do expoente de 0,80 para 0,71, sugerindo a importância do controle desta variável na interpretação destas relações em adultos. Em contraponto aos achados destes autores, Batermann et al. (1999), analisando adultos do sexo masculino, sugerem que o valor da simples razão linear (kg^{-1}) pode ser bem aplicado, sendo que relações não lineares comumente encontradas são devidas, provavelmente, à força da regressão da qual não conta com o efeito das variáveis idade e massa livre de gordura no modelo.

Nevill et al. (2004) na tentativa de sintetizar a discussão da relação entre $VO_{2m\acute{a}x}$ e massa corporal, afirmam que estas questões estão intimamente relacionadas a modalidade esportiva a qual pretendemos analisar. Os autores concluem que se o esporte requer dos indivíduos o suporte de seu próprio peso, o expoente pode ser igual a 1. Já se o esporte não tem esta característica, por exemplo, no caso dos ciclistas, remadores, canoístas, etc., ou seja, onde não é necessário que os indivíduos suportem o próprio peso, a massa corporal poderá melhor ser aplicada no expoente 0,67, e se ainda a modalidade em nada tiver haver com a massa, a forma de expressão sugerida é a do $VO_{2m\acute{a}x}$ absoluto ($l.m^{-1}$).

Em suma, entendemos hoje que o uso de escalas alométricas pode melhor traduzir o desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória, principalmente no período da infância e da adolescência, pois só assim, contamos com a variação do crescimento e da maturação biológica, aspectos esses, que diferem tanto aqueles mais pesados dos menos pesados, quanto meninos de meninas.

1.2.1.6 VO_{2máx} e Desempenho de Corrida

Um fator que também estimulou este projeto, além da possível validação de um teste adequado a nossa realidade, foi a constatação de que o comportamento do VO_{2máx} (kg⁻¹) e do desempenho de corrida das crianças e adolescentes nos testes indiretos não se equiparavam. Como já referido anteriormente, o comportamento do VO_{2máx} (kg⁻¹) durante a infância e adolescência inicia com um leve incremento até os 11 anos de idade, tanto para os meninos quanto para as meninas, porém, após isso, passamos a observar uma estabilidade dos valores médios dessa variável. Em contrapartida, quando passamos a analisar o desenvolvimento do desempenho de corrida das crianças e jovens durante a infância e adolescência, é possível identificarmos em inúmeros trabalhos (CUMMING, 1978; DANIELS, et al., 1978; KRAHENBUHL, 1978, 1985; ROWLAND, 1990; MAIA & LOPES, 2002; PRISTA et al. 2002; MALINA E BOUCHARD, 2002; GAYA & SILVA, 2003; BERGMANN, 2006) que, se medida através dos índices alcançados nos testes aeróbios de campo, a potência aeróbia destas crianças melhoram substancialmente. Na maioria dos casos, os meninos respondem melhor do que as meninas, mas ambos mantêm um padrão de melhoria, seja no tempo de corrida em distâncias pré-estabelecidas, seja na distância alcançada durante um período de tempo pré-estabelecido. Este fato nos leva a crer que esta estabilidade geralmente encontrada no VO_{2máx} (kg⁻¹) medido de forma direta, mas que não se traduz nos testes indiretos, pode estar atrelada às significativas mudanças encontradas na massa corporal, no processo maturacional, no sistema aeróbio, no limiar de lactato e na economia de movimento durante o período de infância e adolescência (KRAHENBUHL & PANGRAZI 1978, 1983; ROWLAND, 1990; LEGÉR, 1990; McCORMACK et al., 1991; CURETON et al., 1997). Estes aspectos revelam, portanto, a importância de tais variáveis como fundamentais no processo de sustentação de um exercício em níveis aeróbios, e que, para tanto, devemos levá-las em consideração. Portanto, identificarmos a potência aeróbia de indivíduos através de um único parâmetro, neste caso o VO_{2máx}, pode ser um tanto impreciso.

1.2.2 Economia de movimento

A aptidão cardiorrespiratória, como já evidenciado anteriormente, não está apenas relacionada ao $VO_{2máx}$. A economia de movimento, ou a economia dos processos energéticos, ou ainda, a economia de corrida também é uma das variáveis que interfere na aptidão cardiorrespiratória. A economia de movimento pode ser entendida como o custo metabólico para uma dada velocidade e/ou inclinação em esteira (ROWLAND, 1990). Geralmente é medida através do percentual do $VO_{2máx}$, ou pelo consumo de oxigênio (expresso por quilograma de massa corporal) sustentado a uma velocidade constante.

Hipoteticamente, se dois indivíduos possuem o mesmo $VO_{2máx}$, aquele que tiver o menor requerimento de VO_2 para uma dada intensidade de exercício terá um melhor desempenho (DANIELS et al., 1978). Da mesma forma, se dois indivíduos apresentarem o mesmo desempenho de corrida, mas com valores de $VO_{2máx}$ diferentes, aquele de $VO_{2máx}$ menor, provavelmente, estará compensando com uma maior economia em seus movimentos. Estas afirmações partem do pressuposto que a economia de movimento, geralmente marcada pelo VO_2 sub-máximo, possui uma relação direta com o $VO_{2máx}$ (MORGAN & DANIELS, 1994).

A economia de movimento de crianças e jovens tende a aumentar com o passar dos anos, sendo as mais velhas (adolescentes) mais econômicas que as mais jovens. Ao correrem em uma esteira a uma dada velocidade, crianças mais jovens utilizarão, provavelmente, um percentual do $VO_{2máx}$ maior do que as crianças mais velhas (ROWLAND, 1990; MCCORMACK et al., 1991; LÉGER, 1996; DANIELS et al., 1978; MACDOUGALL et al., 1983; KRAHENBUHL & WILLIAMS, 1992). Neste sentido, especialistas da área, ao não constatar aumento significativo no $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) durante o período da infância e adolescência, mas sim no desempenho em testes aeróbios de campo, têm atribuído este fato à melhoria da economia dos processos energéticos desses indivíduos. Ou seja, a diminuição da proporção de utilização do $VO_{2máx}$ (% $VO_{2máx}$) ao longo do tempo em velocidades de corrida sub-máxima, tem sido apontada como a principal razão para este comportamento distinto (MCCORMACK et al., 1991; CURETON et al., 1997).

Já no que tange às diferenças entre os sexos, Morgan (1999) em estudo realizado com crianças de 6 a 7 anos de idade, identificou que as meninas desta idade apresentavam melhor economia de movimento do que os meninos, mesmo não sendo diferentes seus valores de $VO_{2máx}$. Em adultos, Sparling & Cureton (1983) relataram que a contribuição da economia de

movimento é bastante minimizada na determinação da performance de corrida, assim como nas diferenças entre os sexos.

O que parece estar claro nesta discussão é que a capacidade de corrida não está atrelada simplesmente ao $VO_{2máx}$ como se pensava anteriormente. Conforme Guedes e Guedes (1995b), mesmo que o treinamento aeróbio provoque alterações pouco significativas no $VO_{2máx}$, o desempenho de crianças em atividades de corrida pode aumentar muito. Como o $VO_{2máx}$ parece permanecer estável durante o crescimento e os desempenhos em testes e provas de corrida melhoram com o passar dos anos em crianças, a melhoria na economia de movimento de corrida passa a ser uma possível explicação para este fenômeno (ROWLAND, 1990; SJODIN & SVEDENHAG, 1992; LÉGER, 1996).

1.2.3 Limiar Anaeróbio

Acreditamos ainda, que há um terceiro componente influenciando, de forma importante, os níveis de aptidão cardiorrespiratória. Este componente é o limiar anaeróbio. O limiar anaeróbio, segundo Mader & Heck (1986), representa a intensidade a partir da qual ocorre um incremento de lactato sanguíneo, indicando significativo aumento da atuação do metabolismo anaeróbio. A importância do limiar anaeróbio parece estar bem estabelecida, contudo sua medida não é facilmente extraída, particularmente se nos referirmos ao limiar de lactato (BROOKS, 1985). Embora existam diversas técnicas de avaliação do limiar anaeróbio, podemos destacar o limiar de lactato e o limiar ventilatório como as mais utilizadas. O limiar de lactato talvez seja a medida mais representativa para detecção do limiar anaeróbio, porém, é uma medida invasiva e de alto custo financeiro. Por outro lado, o limiar ventilatório é um método não invasivo e pode ser facilmente detectado pelo ponto de inflexão das curvas de ventilação.

O limiar ventilatório pode ser definido como o ponto onde a ventilação pulmonar aumenta de forma desproporcional num exercício de cargas progressivas (POWERS & HOWLEY, 2000). Alguns estudos têm demonstrado que o limiar ventilatório possui alta correlação com o ponto do acúmulo de lactato (DAVIS et al., 1976; MAFFULLI et al. 1990; HEBESTREIT et al., 2000). No entanto, outros estudos apontam que esta relação não parece estar bem estabelecida (SIMON et al. 1986; FARRELL & IVY, 1987; WALSH & BANISTER, 1988; SOLBERG et al., 2005). Entretanto, o limiar ventilatório parece ser o mais adequado para crianças, pois além de ser um método não invasivo, seu baixo custo comparado ao limiar de lactato favorece sua utilização.

Alguns estudos apontam que o limiar anaeróbio quando utilizado como indicador da capacidade aeróbia tem se mostrado mais eficiente do que o VO_2 máximo, tanto para medir a performance em provas aeróbias, como também para efetuar a avaliação das adaptações do treinamento aeróbio, principalmente em um acompanhamento longitudinal (DENADAI, 1995; HEBESTREIT et al., 2000). Conforme Tourinho Filho e Tourinho (1998), o fato de o limiar anaeróbio ser mais sensível ao treinamento do que o $VO_{2máx}$ significa que, através da determinação deste, se possa adequar de forma mais precisa a intensidade e a duração do exercício físico.

No âmbito escolar, estudos têm apontado uma diminuição significativa do limiar ventilatório, expresso em kg^{-1} ou percentual do $VO_{2máx}$, com o passar da idade, nos dois sexos (ERIKSSON et al., 1973; REYBROUCK, 1985). Este comportamento ocorre, provavelmente, pelo aumento da capacidade anaeróbia láctica, decorrente da maior ativação das enzimas fosfofrutoquinase (PFK) e lactato-desidrogenase (LDH) com o avanço do processo maturacional (ERIKSSON et al., 1973; BOISSEAU & DELAMARCHE, 2000; VAN PRAAGH & DORE, 2002).

Quanto às diferenças entre os sexos, alguns autores têm identificado um maior limiar anaeróbio em meninos quando comparado às meninas, indicando o início antecipado do metabolismo anaeróbio em meninas (WEYSMANS et al., 1985; WASHINGTON, 1989). Weysmans et al. (1985) encontraram que o limiar ventilatório dos meninos, expresso em kg^{-1} , é significativamente maior do que das meninas, contudo, estas diferenças não foram encontradas quando expresso em percentual (%) do $VO_{2máx}$.

Enfim, percebemos que esta variável está diretamente relacionada com $VO_{2máx}$, não podendo, da mesma forma que a economia de movimento, ser deixada de lado no momento da avaliação da aptidão cardiorrespiratória.

2. METODOLOGIA

2.1 QUESTÕES DE PESQUISA:

- Os testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos são capazes de mensurar, adequadamente, a potência aeróbia de crianças e adolescentes dos dois sexos?
- Qual a proporção da massa corporal que melhor representa a expressão do $VO_{2máx}$ no período da infância e adolescência?
- Qual a forma de expressão do $VO_{2máx}$ (simples razão ou “função potência”) que apresenta maior relação com os índices obtidos no testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos no período da infância e adolescência?
- A idade, a maturação biológica e o sexo são variáveis passíveis de influenciar, significativamente, o desenvolvimento da potência aeróbia de crianças e adolescentes?
- A medida de VO_2 máximo, de forma isolada, é capaz de representar a potência aeróbia de crianças e adolescentes de ambos os sexos?
- Qual a contribuição de cada componente da aptidão cardiorrespiratória no desempenho dos testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos no período da infância e adolescência, estratificado por sexo?

2.2 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS

2.2.1. Idade:

A variável idade foi obtida pela idade cronológica dos indivíduos, contada em anos completos.

2.2.2 Maturação Biológica:

A avaliação da maturação biológica, embora possa ser realizada através de inúmeros métodos, foi definida pela técnica de maturação sexual. A maturação sexual é baseada na avaliação dos caracteres sexuais secundários, desenvolvida através de desenhos, de acordo com os cinco estágios de desenvolvimento de pilosidade púbica descritos pôr Tanner (1962). Nossa opção pelo método de maturação sexual se deve não apenas ao fato de ser um

instrumento de baixo custo e de fácil aplicação, mas também pela sua validade neste tipo de avaliação.

2.2.3 Teste de campo de potência aeróbia:

Testes aeróbios de campo, medido através dos testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos, que tem como finalidade conhecer, indiretamente, a potência aeróbia dos indivíduos.

2.2.4 VO₂ máximo:

O VO_{2máx} foi representado pelo maior valor de VO₂ atingido no teste ergoespirométrico em esteira, o qual contou com um protocolo máximo e progressivo.

2.2.5 Economia de movimento:

É a média do VO₂, expresso em kg⁻¹ ou % VO_{2máx}, do quarto minuto de corrida a uma velocidade estável sub-máxima. Esta velocidade foi de 7 km.h⁻¹ para crianças entre 10 e 12 anos de idade e de 8 km.h⁻¹ para crianças entre 13 e 14 anos de idade.

2.2.6 Limiar anaeróbio:

Obtido através do limiar ventilatório, o limiar anaeróbio foi entendido como o VO₂ (kg⁻¹ ou % VO_{2máx}) que representou o segundo ponto de inflexão na curva de ventilação e do custo ventilatório de CO₂ de cada indivíduo.

2.3 TIPO DE ESTUDO

O estudo propõe uma abordagem de validação de técnica de medida. Pretende validar os testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos como preditivo do VO_{2máx} em crianças e adolescentes.

2.4 AMOSTRA

A amostra foi não aleatória por conveniência, através de uma corte transversal. A amostra foi constituída de 96 escolares (46 meninos e 50 meninas), de 10 a 14 anos de idade, dos dois sexos, pertencentes a 3 diferentes escolas privadas de Porto Alegre. Por questões de logística de transporte, a escolha das escolas seguiram o critério de proximidade do laboratório de avaliação da EsEF-UFRGS (LAPEX). Dentre aquelas escolas que concederem a possibilidade para a realização da pesquisa, todos alunos com idades entre 10 e 14 anos de idade foram convidados a participar do estudo. A amostra foi composta somente por aqueles indivíduos que foram consentidos por seus responsáveis, via termo de consentimento informado (ANEXO).

2.5 PROCEDIMENTO DE COLETA:

2.5.1 Medida da massa corporal:

Foi utilizada uma balança digital Plenna com precisão de 100 gramas. O avaliado se posicionava sobre a balança sem calçados e com a menor quantidade de roupas possível. A massa corporal foi medida em kg.

2.5.2 Maturação sexual:

De acordo com o protocolo de Tanner (1962), as crianças se auto-avaliavam indicando, entre os cinco estágios de pilosidade púbica, aquele que melhor representava seu estado maturacional naquele momento. O avaliador era do sexo correspondente ao das crianças e adolescentes avaliados.

2.5.3 Teste de corrida/caminhada de 6 minutos:

O avaliado era instruído a percorrer a maior distância possível em uma pista plana e de perímetro conhecido durante o período de 6 minutos. O avaliado tinha a possibilidade de a qualquer momento caminhar, e posteriormente voltar a correr. Foi registrada a maior distância atingida em metros.

2.5.4 Teste de corrida/caminhada de 9 minutos:

Idêntico ao teste de corrida/caminhada de 6 minutos, porém, foi avaliada a maior distância percorrida pelos indivíduos num tempo de 9 minutos. Foi registrada a maior distância atingida em metros.

2.5.5 Aptidão cardiorrespiratória:

A avaliação para determinação das componentes da aptidão cardiorrespiratória foi desenvolvida da seguinte maneira:

Primeiramente os sujeitos correram, depois do devido aquecimento, durante 4 minutos a uma velocidade constante de 7 km.h⁻¹ para as crianças entre 10 e 12 anos de idade e 8 km.h⁻¹ para as crianças entre 13 e 14 anos de idade. O valor médio de VO₂ registrado durante o 4º minuto foi considerado o valor de economia de movimento.

Imediatamente a seguir, o avaliado realizava o teste progressivo em rampa para obtenção do VO_{2máx} que foi obtido pelo maior valor alcançado até a exaustão:

A partir do 4º minuto, a velocidade da esteira aumentava 0,5 km/h a cada 30 segundos até a exaustão máxima do indivíduo.

Após a finalização do teste a velocidade da esteira era reduzida a 5 km/h, com o objetivo de diminuir a frequência cardíaca e a ventilação.

Para determinação do segundo limiar anaeróbio foram analisados 3 gráficos: o da ventilação, o das pressões de O₂ e CO₂ (PET O₂ e PET CO₂) e o dos equivalentes ventilatórios de O₂ e CO₂ (VEVO₂ e VEVC₂). Os gráficos foram analisados por 2 avaliadores experientes. Na medida que não houve discordância significativa entre os avaliadores, não foi preciso recorrer a um terceiro avaliador.

Para isso, utilizou-se o ergoespirômetro *MedGraphics Cardiorespiratory Diagnostic Systems*, modelo MGC/CPX-D. Este aparelho coleta amostras de gases através de uma máscara utilizada pelo avaliado. A calibração do aparelho foi feita a cada turno de avaliação, antes dos testes, e sob condições ambientais controladas (temperatura ambiente, pressão barométrica e umidade relativa do ar). Através do aparelho de ar condicionado, e com uso de um termômetro, a temperatura da sala era mantida entre 20 e 23°C. Após esta etapa, os fluxos e volumes do pneumotacógrafo eram calibrados através de uma seringa graduada com capacidade para 3 litros. Foram realizadas, manualmente, cinco injeções e ejeções de fluxos em velocidades diferentes para assegurar a estabilidade necessária. A última etapa era a calibração dos analisadores de gases utilizando-se misturas conhecidas, contidas dentro de dois cilindros. O cilindro de referência e o cilindro de calibração. O cilindro de referência

continha 5% de CO₂ e 12% de O₂ balanceados com nitrogênio super seco. O cilindro de calibração continha 21% de O₂ também balanceado com nitrogênio super seco.

2.6 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS:

Para o tratamento dos dados, inicialmente realizamos um estudo exploratório cujo objetivo foi avaliar os pressupostos essenciais da análise paramétrica. A normalidade das distribuições foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, e a homogeneidade das variâncias foi testada com o teste de Levene.

Para a análise descritiva utilizamos a estatística usual de média e desvio padrão.

Para a análise de correlação utilizamos o r de Pearson no intuito de identificarmos a relação existente entre os índices obtidos nos testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos e o critério padrão para a validação do mesmo. Foi também utilizado este tipo de análise para determinarmos qual das formas de expressão apresentou maior relação com os índices obtidos nos testes aeróbios de campo. Segundo Pestana e Gageiro (2003), por convenção sugere-se que r menor que 0,2 indica uma associação muito baixa; entre 0,2 e 0,39 baixa; entre 0,4 e 0,69 moderada; entre 0,7 e 0,89 alta; e por fim entre 0,9 e 1 uma associação muito alta.

Para determinarmos a “função potência”, utilizamos a análise de regressão linear simples usando os dados já devidamente transformados em logaritmo natural (ln). As análises foram realizadas separadamente para meninos e meninas.

Para determinarmos as possíveis diferenças entre os sexos e os grupos maturacionais distintos, utilizamos o teste de análise de variância One-Way (ANOVA) para amostras independentes.

Recorremos à análise de regressão linear múltipla com o objetivo de identificar a contribuição de cada componente da aptidão cardiorrespiratória, bem como da idade e da maturação biológica sobre o desempenho do teste de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos. O método utilizado para a inserção das variáveis no modelo de regressão foi *Stepwise*. Este método visa encontrar as variáveis de maior poder explicativo da variável dependente. Tende também a excluir as variáveis que possuem dependência com as variáveis explicativas, mesmo aquelas que possuem grau de relação significativo com a variável dependente. Em outras palavras, este método, ao verificar relação entre as variáveis independentes, tende a retirar do modelo àquelas que, em conjunto, tem menor poder explicativo.

O nível de significância adotado para todas as análises foi de 5%. Para todas as análises estatísticas foi utilizado o programa estatístico SPSS *for Windows* 10,0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos durante o desenvolvimento deste estudo. Inicialmente apresentaremos os resultados do processo de validação dos testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos nesta amostra. Logo a seguir, discutiremos a influência dos diferentes expoentes de massa corporal (escalas alométricas) na relação entre $VO_{2máx}$ e os testes de potência aeróbia. Identificaremos também o comportamento dos testes de 6 e de 9 minutos e das diferentes formas de expressão do $VO_{2máx}$ ao longo das idades e do período circumpubertário. Além disso, tentaremos identificar as possíveis diferenças entre os sexos no teste de 6 e 9 minutos e no $VO_{2máx}$ nos diferentes grupos de maturação biológica. Por fim, procuraremos entender as variáveis que contribuem na explicação do desempenho do teste de 6 e de 9 minutos. Na perspectiva de um melhor entendimento dos achados deste estudo, discutiremos os resultados encontrados confrontando-os imediatamente com os relatos da literatura atual.

3.1 PROCESSO DE VALIDAÇÃO DOS TESTES DE CORRIDA/CAMINHADA DE 6 E DE 9 MINUTOS

Em estudo que vise à validação de um teste ou instrumento de medida, é necessário associar os índices alcançados neste teste com um critério padrão de referência, a qual geralmente denominamos de padrão ouro ou “gold standard”. Nesta perspectiva, buscamos neste estudo correlacionar o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) obtido através de um teste máximo em esteira, acompanhado por uma ergoespirometria, com as distâncias alcançadas pelas crianças e adolescentes nos testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos. Os valores de média, desvio padrão (DP), mínimo e máximo dos testes de 6 minutos; de 9 minutos e do $VO_{2máx}$ estratificados por sexo estão expressos na tabela 1.

Tabela 1

Estadística descritiva dos testes de 6 e 9 minutos e do $VO_{2máx}$ estratificada por sexo

VARIÁVEIS	MASCULINO					FEMININO				
	N	Média	DP	Min.	Máx.	N	Média	DP	Min.	Máx.
Teste de 6 minutos (m)	42	996,4	179,1	615	1348	43	833,7	118,7	639	1074

Tabela 1 (continuação)

VARIÁVEIS	MASCULINO					FEMININO				
	N	Média	DP	Min.	Máx.	N	Média	DP	Min.	Máx.
Teste de 9 minutos (m)	27	1451,3	215,4	913	1835	20	1114,5	186,4	805	1458
VO ₂ máximo (kg ⁻¹)	46	47,3	6,0	33,3	63,1	50	41,3	5,2	30,5	52,2

Ao correlacionarmos as distâncias alcançadas pelas crianças e adolescentes no teste de corrida/caminhada de 6 minutos com o VO_{2máx} relativo a massa corporal total (kg⁻¹), encontramos os coeficientes demonstrados na tabela 2.

Tabela 2

Coeficientes do modelo de regressão do VO_{2máx} para o teste de 6 minutos estratificados por sexo

	r	sig.	r ²	r ² ajustado	Erro padrão de estimativa (EPE)
MASCULINO	0,246	0,112	0,061	0,038	6,05
FEMININO	0,214	0,168	0,046	0,023	4,72
TOTAL	0,393*	0,000	0,155	0,145	5,61

* p < 0,05

Ao observarmos um r=0,393 (F_(1,85)=15,36; p=0,000) na relação entre as variáveis para a amostra total, com um erro padrão de estimativa (EPE) de 5,61, constatamos que a relação encontrada foi significativa, porém, baixa. O grau de associação elevado ao quadrado, ou seja, 15,5% (r=0,393²), representa o poder explicativo ou preditivo de uma variável sobre a variação dos resultados de outra. Portanto, nesta amostra, o teste de 6 minutos tem o poder de prever somente 15,5% da variação do VO_{2máx} (kg⁻¹).

Se analisarmos por sexo separadamente, identificaremos que a relação entre o teste de 6 minutos e os índices de VO_{2máx} encontrada na amostra total deixa de ser significativa. Este fato sugere que o teste analisado não exercer poder significativo de predição (p > 0,05) sobre o VO_{2máx} (kg⁻¹), na medida que identificamos que a variação dos resultados do teste de 6 minutos explica o comportamento do VO_{2máx} em apenas 6,1% (r=0,246; F_(1,41)=2,64; p=0,112) e 4,6% (r=0,214; F_(1,41)=1,96; p=0,168) para meninos e meninas, respectivamente. A figura 1 apresenta o comportamento da relação entre os índices alcançados no teste de 6 minutos e o VO_{2máx} (kg⁻¹), separados por sexo.

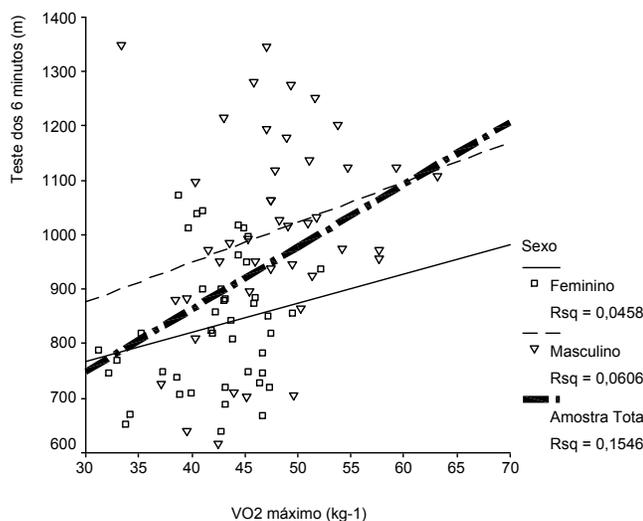


Figura 1. Relação entre o teste de 6 minutos e o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) estratificada por sexo.

Quanto ao teste de 9 minutos, a tendência dos resultados se configura distintamente ao teste de 6 minutos. A relação entre o teste de 9 minutos e o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) foi superior se compararmos a encontrada para o teste de 6 minutos, apresentando um $r=0,632$ ($F_{(1,45)}=29,99$; $p=0,000$) e o EPE de 4,57. Estes dados podem ser observados na tabela 3.

Tabela 3

Coefficientes do modelo de regressão no teste de 9 minutos estratificados por sexo

	r	sig.	r^2	R^2 ajustado	Erro padrão de estimativa (EPE)
MASCULINO	0,606*	0,001	0,367	0,342	4,73
FEMININO	0,296	0,205	0,088	0,037	4,35
TOTAL	0,632*	0,000	0,400	0,387	4,57

$p < 0,05$

Se compararmos com teste analisado anteriormente, verificaremos que o poder de predição (r^2) do $VO_{2máx}$ aumenta de 15,5% para 40%, sendo que, o erro padrão de estimativa diminui em torno de 1 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$. Se analisarmos os dois sexos separadamente, encontraremos uma relação significativa entre as variáveis apenas para o sexo masculino, com um $r=0,606$ ($F_{(1,25)}=14,51$; $p=0,001$) e EPE de 4,73. Nos meninos, portanto, o teste de 9 minutos tem o poder de explicar o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) em 36,7%. Nas meninas, o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) parece não apresentar influência significativa no desempenho do teste de 9 minutos ($r=0,296$; $F_{(1,18)}=1,73$; $p=0,205$). Estas relações podem ser visualizadas na figura 2.

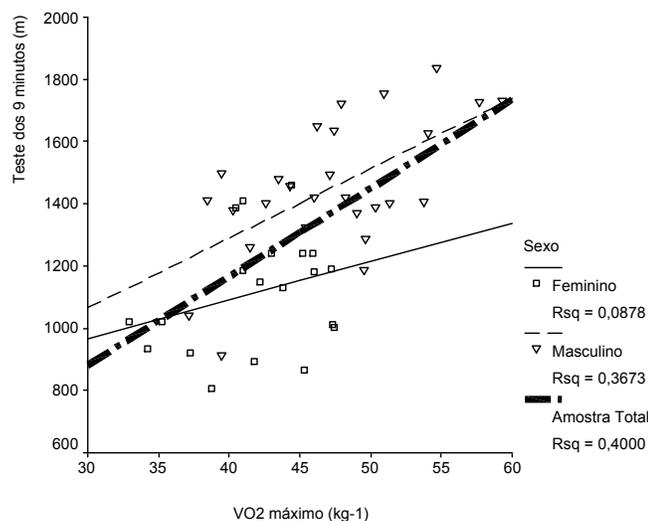


Figura 2. Relação entre o teste de 9 minutos e o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) estratificada por sexo.

Encontramos uma relação significativa, porém baixa ($r=0,393$), entre o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) e o teste de 6 minutos, sendo que ao estratificarmos a análise por sexo, os valores de correlação deixaram de ser significativos. Por outro lado, encontramos um moderado grau de associação entre o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) e o teste de 9 minutos ($r=0,632$), no entanto, esta relação só permanece significativa nos meninos ($r=0,606$) quando analisamos separadamente os dois sexos.

No que se refere aos resultados obtidos em nosso estudo, percebemos que outros estudos, também voltados à validação de testes aeróbios de campo, apresentam uma considerável variabilidade nos valores de associação entre os diferentes testes analisados e a medida de $VO_{2máx}$ (kg^{-1}). Este fato certamente se deve a fatores diversos como às distintas metodologias utilizadas em cada estudo, aos diferentes testes analisados, ao número de indivíduos que constituem as amostras, bem como a idade dos participantes de cada estudo. Nesta perspectiva, para uma comparação consistente dos resultados obtidos em nosso estudo com os apresentados pela literatura, levaremos em consideração todos os aspectos acima relacionados. Além disso, para manter uma lógica de análise, optamos em destacar separadamente aqueles estudos que analisaram testes aeróbios contínuos daqueles que se propuseram a estudar testes aeróbios de característica intermitente.

No âmbito da avaliação da potência aeróbia de crianças e jovens através de testes contínuos, Metz & Alexander (1970) ao estudarem 30 meninos de 12 a 15 anos de idade encontraram relação significativa entre o teste de 549 metros e o VO_{2max} (kg^{-1}) apenas no grupo de meninos de 12 a 13 anos de idade ($r=-0,67$). O grupo composto por meninos de 14 e 15 anos de idade não apresentou relação significativa entre as variáveis ($r=-0,27$). Vodak &

Wilmore (1975) ao avaliarem 69 meninos entre 9 e 12 anos de idade, encontraram na relação entre $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) e os testes de 6 minutos e de 549 metros valores de r igual a 0,50 para ambos. Os autores deste estudo chamam a atenção para o fato de que os dois testes, ao representar apenas 25% ($r=0,50^2$) da variância do $VO_{2máx}$ (kg^{-1}), apresentam-se como fracos preditores desta variável. No entanto, Jackson & Coleman (1976) ao avaliar 47 crianças, dos dois sexos, com idades entre 9 e 12 anos, encontraram uma associação alta e significativa entre os testes de corrida/caminhada de 9 e de 12 minutos com a medida padrão de $VO_{2máx}$. Neste estudo, os valores de r dos meninos foi de 0,82 enquanto das meninas foi de 0,71 para os dois testes. Não obstante, estes mesmos autores constataram, através de análises fatoriais, que testes de tempo inferior (3 e 6 minutos) aos usualmente utilizados (9 e 12 minutos) também podem ser medidas válidas de predição do $VO_{2máx}$. Gutin et al. (1976), em estudo semelhante aos anteriores, analisaram as correlações encontradas entre os testes de 12 minutos, 549, 1097 e 1645 metros e o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) em 15 meninos e meninas de 10 a 12 anos de idade, onde foram encontrados valores de r igual a 0,75; -0,71; -0,81; -0,76; respectivamente. Krahenbuhl et al. (1977) correlacionaram o tempo de 38 crianças de 8 anos de idade que percorreram distâncias de 549m, 1207m e 1609m com o $VO_{2máx}$ obtido em teste direto de esteira. Os resultados referem melhor correlação para o teste de 1609m (milha) nos meninos ($r=-0,71$), enquanto para as meninas, nenhum dos testes apresentou uma relação significativa com a medida padrão. Estes mesmos autores (Krahenbuhl et al., 1978), um ano mais tarde, publicaram um estudo o qual identificou, em 83 crianças de 7-9 anos de idade, que o teste da milha ($\pm 1600m$) é o que apresenta maior correlação com o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) quando comparado aos testes de 800 e 1200 metros. Diferentemente do estudo anterior, Krahenbuhl e colaboradores encontraram os valores de r no teste da milha para as meninas ($r=-0,747$) superiores aos dos meninos ($r=-0,603$). Porém, neste estudo os valores foram oriundos de uma correlação parcial, onde a variável idade fora controlada. Cureton et al. (1977) também se propuseram a analisar o teste da milha (1609m) além do teste de 549 metros em 196 crianças de 8 a 12 anos, dos dois sexos. Os autores encontraram uma relação moderada entre os testes aeróbios de campo com o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}). No teste da milha o r foi de 0,66 e para o teste de 549m o valor de correlação foi de 0,62. No entanto, Cureton et al. (1997) ao analisarem 145 meninos e meninas de 7 a 17 anos encontraram baixas correlações entre o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) e o teste da milha. O r encontrado foi de -0,38 e -0,27 para meninos e meninas, respectivamente. Van Mechelen et al. (1986) se propuseram a avaliar a relação do teste de corrida/caminhada de 6 minutos com a medida direta do $VO_{2máx}$ em 82 sujeitos, de 12 a 14 anos de idade. Os autores encontraram valores de r igual a 0,51 em meninos e 0,45 em meninas, sendo que ao

contar com a amostra total, o grau de relação entre as variáveis foi igual a 0,63. Mahar et al., (1997) ao estudarem 266 crianças (147 meninos e 119 meninas) entre 9 e 11 anos de idade, encontraram valor de r igual a $-0,67$ na relação entre o teste da milha e o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}), podendo essa relação ser considerada moderada. Em síntese, identificamos uma variabilidade considerável dos valores de r oriundo da relação entre o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) e os mais diversos testes analisados, dificultando conclusões sobre a validade destes testes.

Se passarmos a analisar os estudos que se comprometeram com o processo de validação de testes aeróbios de característica intermitente, verificaremos que os graus de relação apresentados entre as variáveis são mais similares entre si quando comparado aos encontrados para os testes considerados contínuos. Van Mechelen et al. (1986), citados anteriormente, também se propuseram a analisar o teste de 20 metros “Shuttle Run”. Os coeficientes de correlação foram de 0,68 em meninos, de 0,69 em meninas e 0,76 para ambos os sexos. Da mesma forma, Liu et al. (1992) ao analisarem a validade do teste de 20 metros “Shuttle Run” em 48 meninos e meninas de 12 a 15 anos idade, encontraram, embora semelhantes, valores de correlações inferiores aos encontrados por Van Mechelen et al. (1986). Os valores de r foram de 0,65 para os meninos e 0,51 para as meninas, sendo que para amostra total, o grau de relação entre as variáveis alcançou o valor de 0,69. Já Mahar et al., (1997) reportou que a relação entre o teste de 20 metros “Shuttle Run” e a medida direta de $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) foi significativa e moderada, com valor de r igual a 0,59. Semelhantemente aos estudos anteriores, Dourado (2001) encontrou na relação entre o YO-YO test e o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) uma valor de r igual 0,56, porém a amostra contou com atletas de futebol com idades em torno de 17 anos. Em suma, os valores de r extraídos da relação entre os testes intermitentes e o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) não foram, em nenhum momento, inferiores a 0,51.

Dentre todos estudos acima apresentados, podemos perceber que apenas dois deles realizaram o processo de validação do teste de 6 minutos (VODAK & WILMORE, 1975; VAN MECHELEN et al., 1986). Nos dois estudos, os valores de correlação entre o teste e o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) foram superiores ao encontrado em nosso estudo ($r=0,393$), sendo estes variando entre 0,45 e 0,63. Apesar de uma certa variabilidade nos resultados, os valores apresentados nos estudos de Vodak & Wilmore (1975) e Van Mechelen et al. (1986) parecem consistentes se levarmos em consideração o período de idade e o número de indivíduos utilizado. Estes fatores tornam os resultados destes estudos passíveis de comparação aos encontrados em nosso estudo. Assim, podemos concluir que nossos resultados quanto ao teste de 6 minutos apresentaram índices de correlação consideravelmente inferiores aos relatados na literatura. Contudo, vale a pena salientar que os índices médios atingidos no teste de 6

minutos nestes dois estudos (± 1200 metros) foram bastante superiores ao encontrado em nosso estudo (± 915 metros), evidenciando um dos motivos pelas quais melhores relações com o $VO_{2m\acute{a}x}$ foram encontradas. Este fato pode não estar atrelado ao $VO_{2m\acute{a}x}$ medido de forma direta, mas sim, a capacidade máxima aeróbia medida através dos testes de campo. Ou seja, os valores médios encontrados em nosso estudo quanto ao $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}) foi similar aos estudos encontrados na literatura, no entanto, a média dos índices alcançado no testes aeróbio de campo foi consideravelmente inferior. Segundo alguns autores, este fato pode estar relacionado aos confortos da vida moderna, a crescente violência urbana e a constante redução de espaços para prática de esportes e lazer que, entre outros fatores, pode estar reduzindo os níveis de atividade física de crianças e jovens (NAHAS & CORBIN, 1992). Portanto, estes resultados vão de encontro à hipótese que sustentávamos inicialmente. Acreditávamos que o teste de corrida/caminhada de 6 minutos poderia ser um teste aeróbio de campo válido na medida que crianças conseguem atingir, segundo Willians et al. (2001) e Falwkner & Armstrong (2003), o $VO_{2m\acute{a}x}$ logo nos primeiros minutos de exercício. Esta constatação nos levou a supor que, em alguns poucos minutos, o $VO_{2m\acute{a}x}$ poderia já ter sido estabelecido, não necessitando de testes de longa duração para sua medida. Portanto, na medida que encontramos um baixo grau de relação entre o teste de 6 minutos e o $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}), passamos a rejeitar a hipótese inicial do trabalho.

Por outro lado, nossos achados em relação ao teste de 9 minutos parecem apresentar resultados similares ao estudo que se refere especificamente ao processo de validação do teste de 9 minutos (JACKSON & COLEMAN, 1976). Jackson & Coleman (1976) reportaram um grau superior a 0,70 na relação entre o teste aeróbio em questão e o $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}), ao passo que em nosso estudo, a relação estabelecida entre as variáveis foi de 0,63. Apesar da proximidade dos valores de r encontrado entre os dois estudos, supomos que apenas um estudo passível de comparação prejudica o poder de inferência destes resultados.

Mas para além dos testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos, outros testes aeróbios, muitas vezes de características semelhantes, também foram ao longo do tempo submetidos ao processo de validação. O teste da milha ($\pm 1600m$), por exemplo, apresenta valores de correlação moderada e significativa com o $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}), exceto no estudo de Cureton et al. (1997), sugerindo boa capacidade de predição dessa variável. (KRAHENBUHL et al., 1977; 1978; CURETON et al., 1977; MAHAR et al., 1997). Já no quadro dos testes intermitentes, os estudos fazem referência principalmente a dois testes, o 20 metros “Shuttle Run” e o YO-YO test, que embora apresentem nomenclaturas diferentes, são praticamente

idênticos. Neste sentido, os estudos têm reportado que a relação destes testes com o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) é geralmente moderada, apresentando valores de r , na maioria dos casos, superiores a 0,50 (VAN MECHELEN et al., 1986; ARMSTRONG et al., 1988; LIU et al., 1992; MAHAR et al., 1997; DOURADO, 2001).

Estes resultados têm algumas implicações importantes a serem consideradas. Se o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) é realmente o padrão ouro para este tipo de avaliação, sendo seus índices um bom marcador dos níveis de saúde de crianças e jovens, o teste de 9 minutos, de uma maneira geral, parece responder mais adequadamente do que o teste de 6 minutos. Contudo, ao separarmos as análises por sexo, identificamos relação significativa apenas entre o teste de 9 minutos e o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) de meninos. Portanto, se buscamos um parâmetro da condição cardiorrespiratória de nossas crianças e jovens através de um teste aeróbio de campo representativo da população em geral, poderíamos concluir que, dentre os dois testes analisados, não encontramos relações suficientemente adequadas com o $VO_{2máx}$ para este propósito.

Embora o $VO_{2máx}$ relativo à massa corporal total (kg^{-1}) seja considerado o padrão ouro para a validação de testes de campo de potência aeróbia, esta forma de expressão tem causado controvérsias na literatura. Assim, uma das preocupações deste estudo é entender porque outras formas de expressão do $VO_{2máx}$ alteram, por vezes completamente, as relações estabelecidas com outras variáveis quando comparadas ao $VO_{2máx}$ relativo à massa corporal (kg^{-1}). Nesta perspectiva, este estudo se propõe a discutir algumas questões centrais quanto a este tema. A primeira seria identificar a forma de expressão do $VO_{2máx}$ que melhor se relaciona com os testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos. Entender porque com avanço da idade e da maturação biológica as crianças e jovens melhoram seus índices de corrida em testes de campo e, ao mesmo tempo, seu $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) permanece estável. Além disso, identificar se, levando em consideração diferentes formas de expressão do $VO_{2máx}$, as diferenças geralmente encontradas entre os sexos ainda se mantêm.

3.2 FORMAS DE EXPRESSÃO DO $VO_{2MÁX}$ (ESCALAS ALOMÉTRICAS)

A literatura sistematicamente se refere ao $VO_{2máx}$ relativo a um exponencial de massa corporal que melhor represente suas relações. Estas relações estão muito ligadas às primeiras proposições da teoria da similaridade geométrica que, segundo Gunter (*apud* MAIA, 2000), foram inicialmente sugeridas por Euclides e Arquimedes, até passar por Galileu e Borelli, os quais buscavam constantemente a possibilidade de um tratamento físico-matemático para a

relação entre estrutura e função dos seres vivos. Esta teoria da similaridade geométrica baseou-se inicialmente nas diferentes taxas de crescimento do comprimento, da área e do volume corporal de diferentes animais. Conforme Gunter (*apud* MAIA, 2000), estes autores chegaram à conclusão de que a relação entre uma medida de área de superfície era proporcional a $2/3$ de uma medida de volume. Assim a relação estabelecida entre $VO_{2máx}$ e massa corporal poderia ser mais bem representada por $kg^{2/3}$ ou $kg^{-0,67}$ ao invés de kg^{-1} . Em contrapartida, Kleiber (1950) através da relação direta encontrada através da “plotagem” logarítmica da taxa metabólica de animais de diversas espécies sobre sua própria massa, encontrou nessa relação um expoente de $3/4$ ($kg^{-0,75}$). Entretanto, Heil (1997) afirma que o expoente teórico de $2/3$ ($kg^{-0,67}$) se ajusta melhor em amostras mais homogêneas, sendo o valor de $3/4$ ($kg^{-0,75}$) melhor ajustado sobre amostras heterogêneas.

Nesse sentido, inúmeros autores (VANDERBURGH & KATCH, 1996; ARMSTRONG et al., 1998; HEIL, 1997; WESLMAN et al., 1996; JANZ et al., 1998; ARMSTRONG et al., 1999; BATTERHAM et al., 1999; EISENMANN et al., 2001; WINTER & NEVILL, 1996; CURETON et al., 1997) vêm ao longo do tempo identificando que exponenciais como $2/3$ ($kg^{-0,67}$) ou $3/4$ ($kg^{-0,75}$) da massa corporal, dependendo do caso, pode melhor representar as relações do $VO_{2máx}$ se comparado à forma tradicional de sua expressão (simples razão), que conta com a massa corporal total (kg^{-1}). Além disso, estes mesmo autores sugerem que o exponencial mais adequado na expressão do $VO_{2máx}$ seria aquele extraído da própria população.

Nesta perspectiva, antes de observarmos as formas de expressão de $VO_{2máx}$ usuais (kg^1 ; $kg^{-0,67}$; $kg^{-0,75}$) nas relações que nos propusemos, identificaremos o exponencial referente à amostra analisada. Para tanto, foi necessária primeiramente a transformação dos valores de $VO_{2máx}$ absoluto ($l \cdot min^{-1}$) e de massa corporal em logaritmos naturais (\ln). Tendo os valores devidamente transformados em “ \ln ”, utilizou-se a regressão linear múltipla para obtermos o valor de b , o qual representaria o exponencial de massa corporal para esta amostra. Portanto, a expressão $\ln Y = \ln a + b \ln X$ foi utilizada, sendo Y o $VO_{2máx}$ e X a massa corporal. Mas, segundo Nevill (1994), é importante que o modelo de regressão conte com variáveis reconhecidamente influentes da variável dependente. Assim, tendo em vista a influência da idade e da maturação biológica na relação entre massa corporal e $VO_{2máx}$, estas variáveis também foram inseridas no modelo de regressão⁴.

⁴ A idade e a maturação biológica foram inseridas no modelo de regressão, pois além de evidenciarem uma moderada correlação com a variável dependente ($VO_{2máx}$ absoluto), as correlações passaram de um $r=0,85$ para $r=0,66$ ($p=0,00$) ao controlarmos seus efeitos na relação entre massa corporal e $VO_{2máx}$ absoluto.

Os resultados dos coeficientes de regressão estão expressos na tabela 4. Ao analisarmos a amostra total, o valor de b encontrado para a massa corporal na relação simples com o $VO_{2\text{máx}}$ foi de 0,87, conforme modelo 1. Ao inserirmos a idade e a maturação biológica no modelo de regressão (modelo 2)⁵, o valor de “b” passou para 0,72.

Tabela 4

Coeficientes de regressão de massa corporal em relação ao VO_2 máximo absoluto. No modelo 2 a idade e a maturação biológica são inseridas no modelo

Modelo		Coeficientes não estandardizados	Erro Padrão	Coeficientes estandardizados	t	Sig.
		“b”		Beta		
1	(Constante)	4,27	0,212		20,09	0,000
	ln de massa	0,87	0,055	0,856	15,89	0,000
2	(Constante)	4,71	0,241		19,59	0,000
	ln de massa	0,72	0,070	0,702	10,24	0,000
	Maturação	0,00	0,016	0,233	3,40	0,000

Variável dependente: ln de VO_2 máximo absoluto

Não obstante, ao separarmos por sexo, os coeficientes de regressão encontrados são levemente alterados. Os expoentes encontrados para o sexo masculino e para o sexo feminino estão dispostos na tabela 5 e 6, respectivamente.

Tabela 5

Coeficientes de regressão de massa corporal em relação ao VO_2 máximo absoluto, com a inserção da idade e da maturação biológica no sexo masculino

Modelo		Coeficientes não estandardizados	Erro Padrão	Coeficientes estandardizados	t	Sig.
		b		Beta		
1	(Constante)	4,34	0,26		16,63	0,000
	ln de massa	0,88	0,07	0,90	13,32	0,000
2	(Constante)	5,00	0,26		19,57	0,000
	ln de massa	0,65	0,07	0,66	8,81	0,000
	Maturação	0,08	0,02	0,35	4,67	0,000

Variável dependente: ln de VO_2 máximo absoluto

⁵ A idade, provavelmente por apresentar correlação com a maturação biológica, foi removida do modelo, prevalecendo a variável de maior relação com a variável dependente.

Tabela 6

Coefficientes de regressão de massa corporal em relação ao VO₂ máximo absoluto, com a inserção da idade e da maturação biológica no sexo feminino

Modelo		Coefficientes não estandardizados	Erro Padrão	Coefficientes estandardizados	t	Sig.
		b		Beta		
1	(Constante)	4,89	0,22		22,24	0,000
	ln de massa	0,69	0,06	0,86	11,87	0,000

Nesta perspectiva, estudos que também buscaram entender a verdadeira relação entre o VO_{2máx} e massa corporal de crianças e adolescentes, encontraram resultados coincidentes aos de nosso estudo. Rogers et al., (1995) encontraram num grupo de meninos e meninas de 11 a 14 anos de idade o expoente de 0,62. Neste estudo, o autor ainda avaliou crianças entre 6 e 9 anos de idade e adultos, encontrando valores de b igual a 0,47 e 1,02, respectivamente. Eisenmann et al. (2001) identificaram, numa amostra de faixa etária entre 9 e 19 anos de idade, um valor médio de b para os meninos de 0,81 e para as meninas de 0,61. Welsman et al. (1996) ao analisarem um grupo de 10 a 23 anos de idades, do sexo masculino, encontraram um expoente de 0,80. Da mesma forma, Beunen et al. (2002) em uma amostra de meninos acompanhados dos 8 aos 16 anos de idade, verificaram um expoente médio de 0,85. Valores próximos a estes também foram encontrados por Sjodin & Svedenhag (1992), obtendo em meninos de 11 a 15 anos de idade um expoente de massa corporal igual a 0,78 para meninos não-treinados, sendo que no grupo de treinados, o expoente encontrado foi igual 1. Nevil et al. (2004) encontraram em 36 meninos com média de idade de 12,2 anos um expoente de massa corporal igual a 0,71. Apesar do estudo de Bergh et al. (1991) ter contado com adultos jovens, os autores encontraram em atletas de diversas modalidades expoentes de massa corporal, em sua maioria, inferiores a 0,80. Estes achados levaram os autores a concluir, contundentemente, que o uso da unidade kg⁻¹ não é apropriada para expressar a variável VO_{2máx}. Embora Cooper et al. (1984) tenham encontrado o valor de b próximo a 1 (0,92) em meninos e meninas de 11 a 18 anos de idade, a maioria dos trabalhos tem identificado valores inferiores a este. Em suma, os expoentes de massa corporal encontrados nos estudos acima citados, principalmente aqueles referidos nas idades em que nos propomos a estudar, ficaram entre 0,61 e 0,85, valores que consideramos bastante semelhantes aos encontrados em nosso estudo.

Assim, iniciaremos a apresentação dos resultados levando em consideração os exponenciais de massa sugeridos na literatura (kg⁻¹; kg^{-0,67}; kg^{-0,75}), além dos encontrados em nossa amostra (kg^{-0,72}; kg^{-0,87}). A fim de facilitarmos a visualização dos resultados, assumimos

neste momento, que os expoentes de massa corporal encontrados especificamente para cada sexo são muito próximos aos que serão contemplados, não havendo necessidade de avaliá-los cada uma separadamente. Ou seja, no sexo masculino, onde o expoente de massa corporal é de $\text{kg}^{-0,88}$, poderá ser contemplado pelo expoente de $\text{kg}^{-0,87}$ encontrado para a amostra total. Os demais expoentes $\text{kg}^{-0,65}$ (masculino) e $\text{kg}^{-0,69}$ (feminino) podem ser contemplados pelo expoente de $\text{kg}^{-0,67}$ sugerido pela literatura, devido à proximidade destes valores.

3.3 RELAÇÃO ENTRE OS TESTES DE CORRIDA/CAMINHADA DE 6 E DE 9 MINUTOS E O $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$ EM SUAS DIVERSAS FORMAS DE EXPRESSÃO

Ao considerarmos a importância da forma com que expressamos o $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$ nas relações que estabelecemos com esta variável, procuramos identificar entre as diversas formas de expressão do $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$ a que melhor representa o desempenho dos testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos. Na tabela 7, apresentamos a matriz de correlação entre todas formas de expressão do $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$ e o teste de 6 minutos.

Tabela 7

Matriz de correlação entre todas as formas de expressão do $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$ e o teste de 6 minutos

	VO_2 absoluto	VO_2 (kg^{-1})	VO_2 ($\text{kg}^{-0,67}$)	VO_2 ($\text{kg}^{-0,75}$)	VO_2 ($\text{kg}^{-0,72}$)	VO_2 ($\text{kg}^{-0,87}$)
6 minutos	0,676*	0,393*	0,704*	0,680*	0,691*	0,611*
VO_2 absoluto		0,282*	0,820*	0,737*	0,771*	0,572*
VO_2 (kg^{-1})			0,716*	0,781*	0,757*	0,860*
VO_2 ($\text{kg}^{-0,67}$)				0,991*	0,997*	0,938*
VO_2 ($\text{kg}^{-0,75}$)					0,999*	0,975*
VO_2 ($\text{kg}^{-0,72}$)						0,963*

* Nível de significância $p < 0,05$

Os resultados demonstram que todas as formas de expressão do $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$ apresentam correlações significativas com o teste de 6 minutos. Podemos perceber nestes resultados que as formas de expressão do $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$ que levam em conta exponenciais de massa corporal diferentes de kg^{-1} se correlacionam mais fortemente com o teste de 6 minutos do que o $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$ de simples razão (kg^{-1}). O simples fato de extrairmos um expoente específico da população a qual estamos lidando ($\text{kg}^{-0,87}$) já aumenta o grau de relação entre as variáveis. Ou seja, a relação entre o teste de 6 minutos com o $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$ passa de fraca ($r=0,393$) na expressão kg^{-1}

para moderada ($r=0,611$) na expressão $\text{kg}^{-0,87}$. Outra constatação importante é que o expoente de massa corporal $\text{kg}^{-0,67}$ é o que melhor se relaciona com o desempenho das crianças e jovens no teste de 6 minutos, apresentando coeficiente de correlação alto. Assim, o poder de explicação destas diferentes formas de expressão do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ em relação ao desempenho no teste de 6 minutos passaria de 15,5% ($0,393^2$) referente ao $\text{VO}_{2\text{máx}}$ de simples razão (kg^{-1}), para 50% ($0,704^2$) na expressão $\text{kg}^{-0,67}$.

Abaixo, na tabela 8, são apresentadas as relações entre o teste de 6 minutos e as diversas formas de expressão do $\text{VO}_{2\text{máx}}$, separadas por sexo.

Tabela 8

Matriz de correlação entre todas as formas de expressão do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ e o teste de 6 minutos nos dois sexos.

MASCULINO							
	6 minutos	VO_2 absoluto	VO_2 (kg^{-1})	VO_2 ($\text{kg}^{-0,67}$)	VO_2 ($\text{kg}^{-0,75}$)	VO_2 ($\text{kg}^{-0,72}$)	VO_2 ($\text{kg}^{-0,87}$)
6 minutos		0,581*	0,246	0,621*	0,595*	0,607*	0,520*
VO_2 absoluto	0,499*		0,110	0,796*	0,694*	0,736*	0,484*
VO_2 (kg^{-1})	0,214	-0,140		0,541*	0,616*	0,588*	0,709*
VO_2 ($\text{kg}^{-0,67}$)	0,496*	0,551*	0,744*		0,988*	0,996*	0,914*
VO_2 ($\text{kg}^{-0,75}$)	0,444*	0,370*	0,864*	0,979*		0,998*	0,965*
VO_2 ($\text{kg}^{-0,72}$)	0,466*	0,440*	0,823*	0,992*	0,997*		0,948*
VO_2 ($\text{kg}^{-0,87}$)	0,336*	0,095*	0,971*	0,881*	0,959*	0,935*	

FEMININO

* Nível de significância $p < 0,05$

Ao analisarmos por sexo separadamente, poderemos verificar que as correlações entre as diversas formas de expressão do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ e o teste de 6 minutos, nos dois sexos, se mantêm significativas, exceto no $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (kg^{-1}). Os índices de correlação entre o teste de 6 minutos e os expoentes de massa corporal $\text{kg}^{-0,67}$; $\text{kg}^{-0,75}$; $\text{kg}^{-0,72}$ e $\text{kg}^{-0,87}$ se mantêm significativos, embora isto não aconteça com $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (kg^{-1}). O grau de associação entre o teste de 6 minutos e o $\text{VO}_{2\text{máx}}$, para todas as escalas alométricas, continuam sendo classificados como moderados, exceto no $\text{kg}^{-0,87}$ para as meninas, onde seu índice passa a ser considerado baixo. Embora os índices de correlações das meninas sejam mais baixos quando comparados aos dos meninos, a melhor relação entre o teste de 6 minutos com o $\text{VO}_{2\text{máx}}$, para ambos os sexos, continuam sendo na expressão que conta com expoente de massa corporal $\text{kg}^{-0,67}$.

Quanto ao teste de 9 minutos, os resultados parecem ter um mesmo comportamento que o teste de 6 minutos na escalas alométricas, no entanto, os índices apresentados são de diferentes magnitudes, conforme podemos observar na tabela 9.

Tabela 9

Matriz de correlação entre todas as formas de expressão do $VO_{2m\acute{a}x}$ e o teste de 9 minutos.

	VO_2 absoluto	VO_2 (kg^{-1})	VO_2 ($kg^{-0,67}$)	VO_2 ($kg^{-0,75}$)	VO_2 ($kg^{-0,72}$)	VO_2 ($kg^{-0,87}$)
9 minutos	0,493*	0,632*	0,728*	0,743*	0,739*	0,729*
VO_2 absoluto		0,282*	0,820*	0,771*	0,737*	0,572*
VO_2 (kg^{-1})			0,716*	0,757*	0,781*	0,860*
VO_2 ($kg^{-0,67}$)				0,997*	0,991*	0,938*
VO_2 ($kg^{-0,75}$)					0,999*	0,963*
VO_2 ($kg^{-0,72}$)						0,975*

* Nível de significância $p < 0,05$

O $VO_{2m\acute{a}x}$ de simples razão (kg^{-1}) parece, neste caso, ter maior influência sobre o teste de 9 minutos ($r=0,632$; $p=0,00$) quando comparado ao de 6 minutos ($r=0,393$; $p=0,00$). No entanto, um fato importante nos chama a atenção. Tanto no teste de 6 minutos quanto no teste de 9 minutos, o grau de associação entre as variáveis aumenta significativamente quando expressamos o $VO_{2m\acute{a}x}$ em expoentes de massa corporal menor que 1, sendo este aumento maximizado no teste de 6 minutos. Mas, diferentemente do teste de 6 minutos, o expoente de maior associação entre o teste de 9 minutos e o $VO_{2m\acute{a}x}$ é o $kg^{-0,75}$, embora seu valor de correlação seja muito próximo aos dos outros expoentes alométricos. Assim, quando estamos tratando com os expoentes $kg^{-0,67}$ e $kg^{-0,75}$, as relações do $VO_{2m\acute{a}x}$ tanto com o teste de 6 minutos quanto com o de 9 minutos tendem a tornarem-se altas.

Quanto às diferenças entre os sexos, podemos perceber na tabela 10 que a relação entre todas as formas de expressão do $VO_{2m\acute{a}x}$ e o teste de 9 minutos, exceto na expressão absoluta, são significativas para os meninos. Já nas meninas, a única forma de expressão do $VO_{2m\acute{a}x}$ que não apresenta relação significativa com o teste é a de simples razão (kg^{-1}).

Tabela 10

Matriz de correlação entre todas as formas de expressão do $VO_{2m\acute{a}x}$ e o teste de 9 minutos nos dois sexos

MASCULINO							
	9 minutos	VO_2 absoluto	VO_2 (kg^{-1})	VO_2 ($kg^{-0,67}$)	VO_2 ($kg^{-0,75}$)	VO_2 ($kg^{-0,72}$)	VO_2 ($kg^{-0,87}$)
9 minutos		0,155	0,606*	0,533*	0,587*	0,568*	0,631*

VO ₂ absoluto	0,474*		0,110	0,796*	0,736*	0,694*	0,484*
VO ₂ (kg ⁻¹)	0,296	-0,140		0,541*	0,588*	0,616*	0,709*
VO ₂ (kg ^{-0,67})	0,614*	0,551*	0,744*		0,996*	0,988*	0,914*
VO ₂ (kg ^{-0,75})	0,596*	0,440*	0,823*	0,992*		0,998*	0,965*
VO ₂ (kg ^{-0,72})	0,578*	0,370*	0,864*	0,979*	0,997*		0,965*
VO ₂ (kg ^{-0,87})	0,457*	0,095*	0,971*	0,881*	0,935*	0,959*	
FEMININO							

* Nível de significância $p < 0,05$

Curioso neste caso é que a correlação encontrada entre o teste de 9 minutos com o VO_{2máx} de simples razão (kg⁻¹) na amostra total ($r=0,632$) é muito semelhante à relação encontrada contando apenas com os meninos ($r=0,606$). Além disso, nos meninos os expoentes alométricos, exceto o kg^{-0,87}, perdem força na relação com o teste de 9 minutos quando comparado ao expoente kg⁻¹, ao passo que nas meninas, este comportamento é inverso. A relação do teste de 9 minutos com o VO_{2máx} passa de não significativa no expoente kg⁻¹ para significativa e moderada nos expoentes alométricos.

Portanto, quanto às formas de expressão do VO_{2máx} e os testes de potência aeróbia, algumas conclusões podem ser extraídas. Observamos que em todos os casos, estratificados por sexo ou não, os expoentes de massa corporal diferentes de kg⁻¹ são os que melhores se associam aos testes de corrida/caminhada de 6 minutos e de 9 minutos. Quando analisamos a amostra em geral, podemos destacar que o VO_{2máx} com os expoentes de massa corporal kg^{-0,67} e kg^{-0,75} foram os que apresentaram maiores graus de associação com o teste de 6 minutos e o de 9 minutos, respectivamente. Já quando nos referimos aos sexos separadamente, embora o expoente kg^{-0,87} tenha apresentado melhor relação com o teste de 9 minutos para os meninos, foi o expoente kg^{-0,67} que melhor representou o VO_{2máx} de meninos e meninas no teste de 6 minutos bem como de meninas no teste de 9 minutos.

Neste sentido, não encontramos nenhum estudo que relacionasse os dois testes que nos propusemos a avaliar com o VO_{2máx} expresso em escalas alométricas. Porém, Pettersen et al. (2001) ao analisarem, em 287 meninos e meninas de 9 a 17 anos de idade, a relação do desempenho de corrida com o VO_{2máx}, identificaram que o valor de r aumentava de 0,72 para 0,81 assim que o VO_{2máx} deixava de ser analisado em kg⁻¹ e passava a ser expresso pelos expoentes alométricos (kg^{-0,67} e kg^{-0,75}). Apesar do estudo utilizar a distância percorrida no teste de esteira e não os índices alcançados num teste aeróbio de campo, os resultados encontrados por Pettersen e colaboradores (2001) parecem justificar os resultados que

encontramos, mostrando que a relação entre o desempenho no teste de corrida/caminhada e o $VO_{2máx}$ aumenta, se esse for expresso em expoentes de massa corporal adequados.

Portanto, ao considerarmos a inviabilidade de se extrair um expoente específico e adequado para cada população que pretendemos analisar, torna-se viável aceitarmos, de uma forma geral, os expoentes $kg^{-0,67}$ ou $kg^{-0,75}$ como uma boa alternativa para as relações do $VO_{2máx}$, pois além de serem expoentes de massa corporal sugeridos pela literatura, são também os que mais se aproximam aos encontrados em nossa população. Embora os dois expoentes de massa corporal pareçam ser mais adequados que o expoente kg^{-1} , identificamos que o $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,67}$) foi o que apresentou melhor relação com os testes aeróbios de campo na maioria das análises, principalmente quando estratificadas por sexo. Desta forma, tendo em vista os argumentos acima apresentados, aliados ao alto grau de associação encontrado entre os expoentes $kg^{-0,67}$ e $kg^{-0,75}$ ($r=0,998$), sugerimos a utilização do expoente $kg^{-0,67}$ na representação da proporcionalidade entre o $VO_{2máx}$ e massa corporal, pois, ao que tudo indica, o $VO_{2máx}$ não é diretamente proporcional à massa corporal total, e sim a 2/3 (0,67) dessa massa.

Mesmo considerando o expoente $kg^{-0,67}$ o mais adequado na interpretação do $VO_{2máx}$, optamos em dar seguimento ao trabalho levando em conta os expoentes de $VO_{2máx}$ alométricos de $kg^{-0,67}$; $kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,87}$, pois foram estes que, nas diferentes análises realizadas até então, melhor se relacionaram com os testes aeróbios em questão.

3.4 TESTES DE CORRIDA/CAMINHADA DE 6 E DE 9 MINUTOS E $VO_{2MÁX}$ NO PERÍODO CIRCUMPUBERTÁRIO

A literatura geralmente tem apresentado que durante o avançar tanto da idade quanto da puberdade, o desempenho em testes aeróbios de campo apresenta uma visível melhora (CUMMING, 1978; KRAHENBUHL, 1978, 1985; ROWLAND, 1990; MAIA & LOPES, 2002; PRISTA et al. 2002; MALINA E BOUCHARD, 2002; GAYA & SILVA, 2003; BERGMANN, 2006). Por outro lado, inúmeros estudos têm apontado que o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) durante este período da infância e adolescência permanece praticamente estável (KRAHENBUHL 1985; VANDERBURGH & KATCH 1996; HEIL 1997; WESLMAN et al., 1996, JANZ et al., 1998; ARMSTRONG et al., 1998; 1999; EISENMANN et al., 2001; WINTER & NEVILL 1996; CURETON et al., 1997; MCMURRAY et al., 2002; BEUNEN et al., 2002). Além disso, uma série de autores tem relatado as diferenças existentes entre os sexos no que tange as variáveis da aptidão cardiorrespiratória (ARMSTRONG et al., 1991,

1999; ARMSTRONG & WELSMAN, 2001; JANZ & MAHONEY, 1997; MCMURRAY et al., 2002). Dessa forma, as análises a seguir serão direcionadas na perspectiva de compreender estes distintos comportamentos da aptidão cardiorrespiratória durante o período circumpubertário, fazendo uso de diferentes formas de expressão do $VO_{2m\acute{a}x}$.

3.4.1. Relação entre os testes de 6 e de 9 minutos; $VO_{2m\acute{a}x}$ e idade

Ao percebermos que o comportamento do $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}) e do desempenho de corrida das crianças e adolescentes nos testes indiretos ao longo do tempo não se equiparam, buscamos neste estudo entender as razões deste fato. Visando este objetivo, utilizaremos análises de correlação para verificação do comportamento das variáveis ao longo das idades. Assim, tentaremos interpretar a relação do teste de 6 minutos, de 9 minutos e do $VO_{2m\acute{a}x}$ com a idade, em busca da forma de expressão do $VO_{2m\acute{a}x}$ que melhor se adapta ao comportamento do desempenho dos testes aeróbios de campo dessas crianças e jovens. Na figura 3, apresentamos a relação que se estabelece entre o teste de 6 minutos e de 9 minutos ao longo das idades.

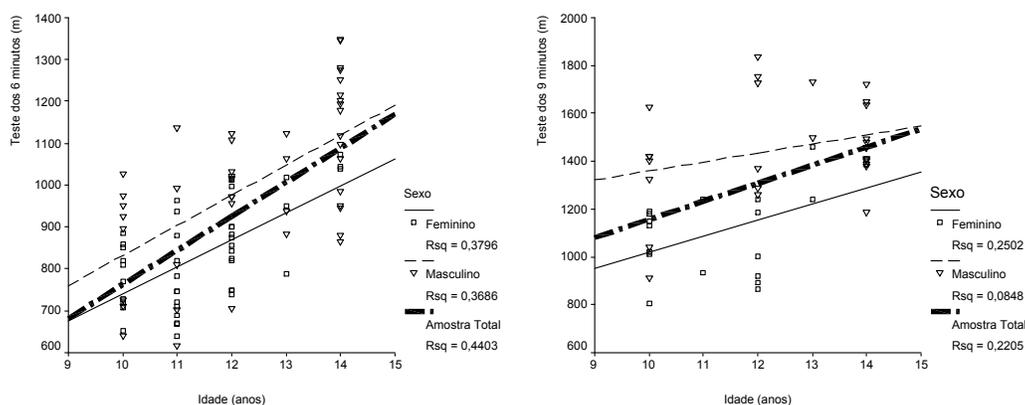


Figura 3. Relação entre os testes de 6 e de 9 minutos com a idade, estratificada por sexo.

Como podemos avaliar nos gráficos apresentados na figura 3, o comportamento do desempenho dos testes referidos ao longo das idades é de incremento, embora o teste de 6 minutos ($r^2=0,44$) evidencie melhor esta tendência do que o teste de 9 minutos ($r^2=0,22$). No teste de 6 minutos, a relação entre as variáveis é positiva e forte nos dois sexos. Positiva por que há um nítido incremento dos índices de 6 minutos na medida que se fica mais velho, e forte porque o poder explicativo de uma variável sobre a outra é superior a 40% na amostra geral. Observamos o mesmo comportamento no teste de 9 minutos, no entanto a relação entre

as variáveis apesar de positiva, não apresenta tanta força. Isso quer dizer, que o comportamento do desempenho no teste de 9 minutos sofre uma influência de 22% da idade, metade do valor encontrado no teste de 6 minutos. Se observarmos separadamente, identificaremos que a relação entre as variáveis apresenta-se distinta entre os sexos, onde a influência da idade na variação do desempenho do teste de 9 minutos ($r^2=0,25$) nas meninas é consideravelmente maior do que nos meninos ($r^2=0,08$). Embora a magnitude da relação entre as variáveis nos dois testes seja diferente, podemos concluir que em ambos a tendência de incremento fica evidente. Na figura 4, estão expressas as relações do $VO_{2máx}$ (kg^{-1} e $kg^{-0,87}$) com a idade.

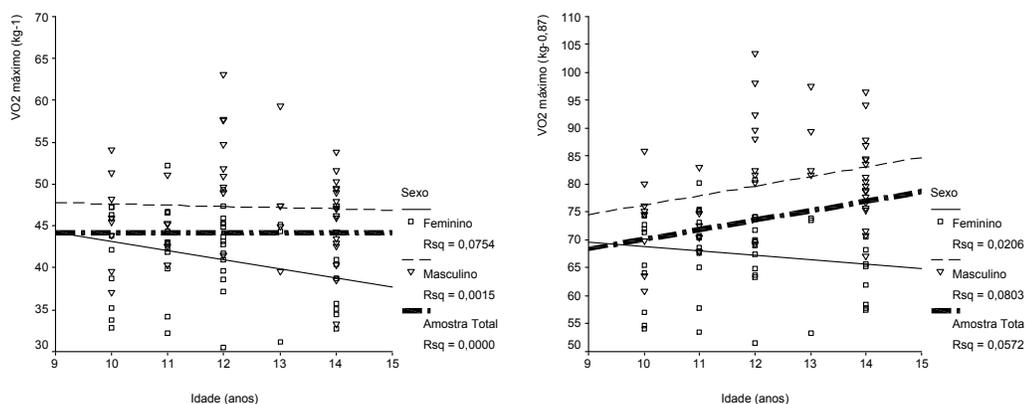


Figura 4. Relação entre o $VO_{2máx}$ (kg^{-1} e $kg^{-0,87}$) e a idade, estratificada por sexo

Diferentemente dos testes de 6 e de 9 minutos, o comportamento do $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) durante o período da infância e adolescência mantêm-se estável. A relação entre as variáveis é praticamente nula para a amostra total, como podemos perceber no gráfico à esquerda da figura 4. Se avaliarmos por sexo, perceberemos um decréscimo dos valores de $VO_{2máx}$ com o avançar do tempo, sendo este, mais evidenciado nas meninas. Portanto, poderíamos considerar a relação que se estabelece entre estas duas variáveis como nula. Por outro lado, no expoente de massa corporal $kg^{-0,87}$, de uma maneira geral, existe uma relação de incremento. O $VO_{2máx}$ volta a incrementar com a idade, porém este aumento não é tão expressivo. Podemos notar que a idade influencia apenas 5,7% a variação desta forma de $VO_{2máx}$. Apesar dos meninos obterem um leve incremento, as meninas apresentam um decréscimo dos valores de $VO_{2máx}$ ao longo das idades, fazendo com que esta relação mantenha-se, assim como no $VO_{2máx}$ kg^{-1} , praticamente estável.

Por outro lado, se observarmos os expoentes $\text{kg}^{-0,67}$ e $\text{kg}^{-0,75}$, perceberemos um comportamento distinto em relação às outras formas de expressão do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ até então apresentadas. Na figura 5, estão expressos as relações entre o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ de expoentes $\text{kg}^{-0,67}$ e $\text{kg}^{-0,87}$ com a idade, estratificados por sexo.

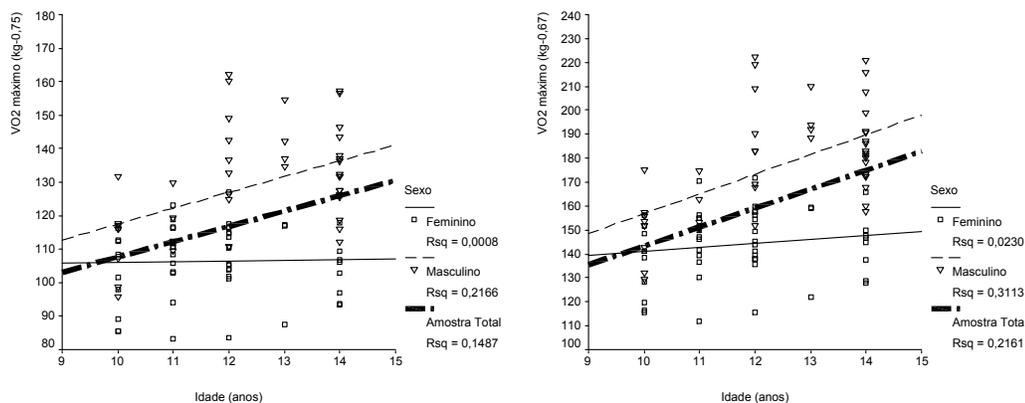


Figura 5. Relação entre o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ de expoentes $\text{kg}^{-0,75}$ e $\text{kg}^{-0,67}$ e a idade, estratificada por sexo

Podemos notar nos 2 gráficos demonstrados na figura 5, que ajustes na massa corporal para diferenciarmos a forma de expressão do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ podem produzir relações completamente distintas se comparado ao $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (kg^{-1}). No que se refere ao expoente $\text{kg}^{-0,75}$, podemos perceber que de uma forma geral, a relação desta variável com a idade é de incremento, assim como para o teste de 6 e de 9 minutos. Se compararmos com a expressão do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (kg^{-1}), onde esta relação se apresentou praticamente nula, observaremos que agora 14,8% da variação do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,75}$) está relacionada à idade. O mesmo acontece no expoente $\text{kg}^{-0,67}$, porém em maior magnitude. O efeito da idade na variação dos resultados do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,67}$) aumenta ainda mais se compararmos a todas as outras formas de expressão desta variável. A idade passa a representar 21,6% da explicação do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,67}$). Se observarmos por sexo, identificaremos que os meninos, em ambos expoentes ($\text{kg}^{-0,75}$ e $\text{kg}^{-0,67}$) incrementam seus valores de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ao longo do tempo, porém as meninas, a tendência de manutenção dos valores ao longo das idades persiste.

Se observarmos estes resultados na perspectiva da literatura, observaremos que a tendência aqui encontrada é semelhante à apresentada em diversos estudos anteriormente citados. No que diz respeito aos testes aeróbios de campo, diversos autores têm encontrado que, ao longo do tempo, os índices aumentam nos dois sexos, independentemente do teste que fora avaliado. No entanto, o $\text{VO}_{2\text{máx}}$, expresso pela forma usual (kg^{-1}), mantêm-se

praticamente estável no período de idade que nos propomos a analisar. Assim, ao encontrarmos estes distintos comportamentos entre a idade e os diferentes expoentes de massa corporal para o $VO_{2máx}$, voltamos a indagar qual destes expoentes realmente representa a melhor relação entre essas duas variáveis. Sjodin & Svedenhag (1992) concluíram em seu estudo que o comportamento de mudanças no $VO_{2máx}$ durante o crescimento em meninos é mais bem relacionado com o expoente $kg^{-0,75}$ do que kg^{-1} . Armstrong & Welsman (2001), numa abordagem longitudinal, detectaram que só há incremento do $VO_{2máx}$ durante ao crescimento quando o efeito da massa corporal, assim como da massa de gordura são controlados, sugerindo que métodos inapropriados de relativização do $VO_{2máx}$ pode, por vezes, mascarar o verdadeiro comportamento dessa variável. Neste mesmo sentido, Beunen et al. (2002), também num estudo de corte longitudinal, avaliando meninos de 8 a 16 anos de idade, concluíram que o desenvolvimento do $VO_{2máx}$ é proporcional não à massa corporal total (kg^{-1}) e sim ao expoente de $kg^{-0,85}$, sendo que, ao controlarmos a maturação biológica, o expoente de massa corporal passa para $kg^{-0,78}$. Enfim, ao que tudo indica, na medida que utilizamos métodos mais apropriados de expressão, o $VO_{2máx}$ volta a apresentar incremento de seus valores durante o período da infância e adolescência, comportando-se de maneira similar aos testes aeróbios de campo.

3.4.2. Relação entre o teste de 6 minutos; $VO_{2máx}$ e maturação biológica

Assim como no decorrer das idades, o avanço do processo maturacional parece influenciar o desenvolvimento do $VO_{2máx}$ em crianças e adolescentes. Dessa forma, ao buscarmos um entendimento sobre a influência da maturação biológica nos testes de 6 minutos; de 9 minutos e do $VO_{2máx}$ apresentamos o comportamento destas variáveis durante a puberdade. Como análise complementar, realizamos a análise de variância (ANOVA) a fim de identificar as possíveis diferenças entre os grupos de maturação biológica. Tendo em vista a não observância dos pressupostos exigidos pela análise de variância (ANOVA) nos dados referente ao teste de 9 minutos, optamos por retirá-lo desta análise.

Na tabela 11 estão expressos os valores de n, média e desvio padrão de pré-púberes, púberes e pós-púberes no teste de 6 minutos e no $VO_{2máx}$ expresso nos expoentes kg^{-1} ; $kg^{-0,87}$; $kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$.

Tabela 11

Valores de "n", média e desvio padrão do teste de 6 minutos, $VO_{2máx}$ (kg^{-1}), $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,87}$), $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,75}$) e $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,67}$) nos diferentes grupos de maturação biológica

Testes	Grupos	MASCULINO			FEMININO		
		N	Média	DP	N	Média	DP
Teste de 6 minutos (m)	Pré-púberes	13	854,2	164,4	19	803,5	101,4
	Púberes	25	1038,0	135,7	21	838,0	122,1
	Pós-púberes	3	1274,3	74,0	3	994,3	81,8
VO ₂ máx (kg ⁻¹)	Pré-púberes	13	45,4	4,9	20	42,8	4,9
	Púberes	26	48,9	6,1	26	40,4	5,5
	Pós-púberes	4	43,5	7,1	4	40,0	3,0
VO ₂ máx (kg ^{-0,87})	Pré-púberes	13	73,4	7,2	20	68,2	6,8
	Púberes	26	83,2	8,5	26	67,0	8,1
	Pós-púberes	5	86,9	8,5	4	67,7	4,0
VO ₂ máx (kg ^{-0,75})	Pré-púberes	13	114,0	10,3	20	105,0	9,9
	Púberes	26	134,6	12,4	26	106,7	11,7
	Pós-púberes	5	143,7	13,8	4	110,2	6,1
VO ₂ máx (kg ^{-0,67})	Pré-púberes	13	153,0	13,5	20	140,0	13,2
	Púberes	26	185,6	16,6	26	145,5	15,1
	Pós-púberes	4	196,0	18,2	4	152,6	9,3

Quanto ao comportamento do teste de corrida/caminhada de 6 minutos podemos identificar, na amostra em geral, melhoria no desempenho deste teste com o avançar da maturação biológica. Este comportamento está demonstrado no gráfico à esquerda da figura 6.

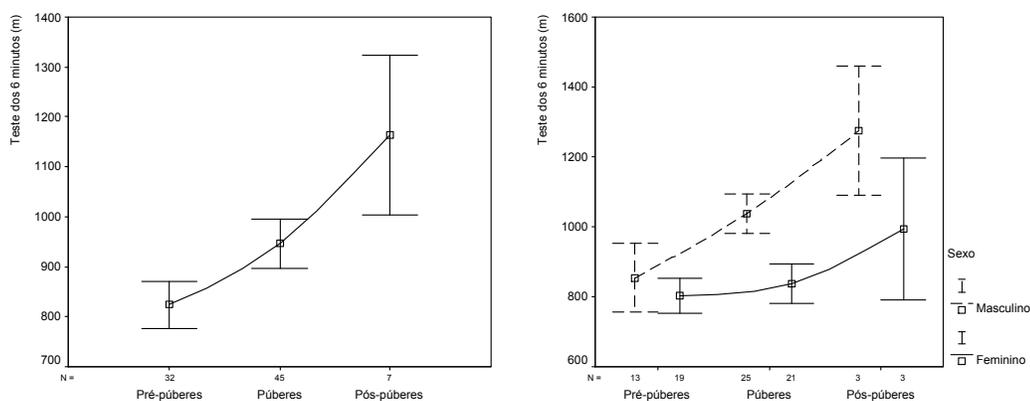


Figura 6. Valores médios dos índices alcançados no teste de 6 minutos nos diferentes grupos de maturação biológica A esquerda referente à amostra total e, à direita, estratificados por sexo

O gráfico destaca a clara tendência de incremento dos índices médios alcançados pelas crianças e jovens no teste de 6 minutos. Podemos perceber que os valores médios do teste de 6 minutos aumentam na medida que o processo de maturação biológica avança, sendo todas as diferenças encontradas entre os grupos estatisticamente significativas. Se observarmos o gráfico à direita na figura 6, identificaremos um comportamento semelhante ao da amostra total nos dois sexos. Ou seja, podemos verificar que a tendência do teste de 6 minutos, em ambos os sexos, é de incremento. As diferenças encontradas entre os grupos para os meninos

foram todas estatisticamente significativas. Entretanto, apesar das meninas apresentarem uma tendência de incremento nos seus valores do teste de 6 minutos, encontramos diferenças estatisticamente significativas apenas entre o grupo de pré-púberes em relação ao grupo de pós-púberes. Portanto, de uma maneira geral, podemos concluir que o desempenho no teste de 6 minutos melhora com o passar do tempo, sendo os melhores resultados encontrados naqueles mais avançados no processo maturacional.

No entanto, se analisarmos a figura 7, verificaremos que o comportamento do $VO_{2m\acute{a}x}$ de simples razão (kg^{-1}) nos diferentes grupos maturacionais permanece praticamente estável.

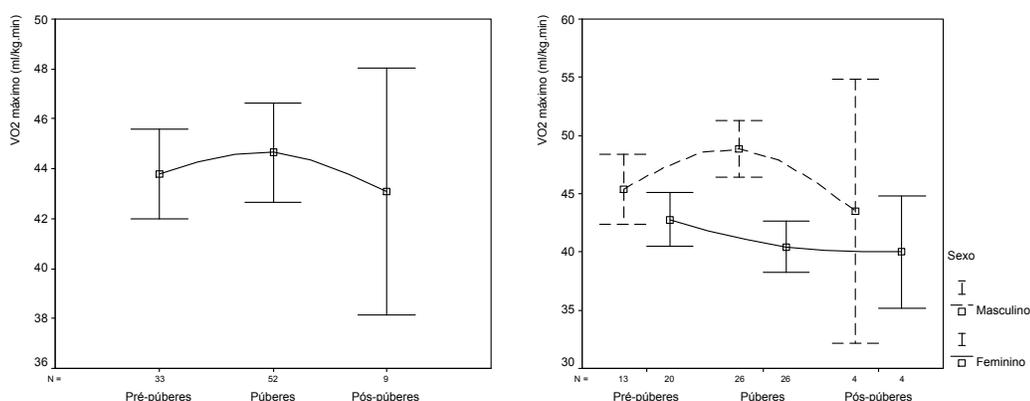


Figura 7. Valores médios de $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}) nos diferentes grupos de maturação biológica. A esquerda referente à amostra total e, a direita, estratificados por sexo

Apesar de identificarmos uma leve queda nos valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}) de púberes para pós-púberes, não encontramos diferenças estatisticamente significativas entre nenhum dos grupos analisados quando contamos com a amostra total. Ao analisarmos as curvas estratificadas por sexo, identificaremos, através do gráfico à direita, que os meninos apresentam um comportamento semelhante ao da amostra total. Há um incremento dos valores médios de $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}) dos pré-púberes em relação aos púberes e um decréscimo, logo a seguir, destes valores para o grupo de pós-púberes. Por outro lado, notamos uma queda nos valores médios de $VO_{2m\acute{a}x}$ das meninas pré-púberes em relação às meninas púberes, com uma subsequente estabilização dos valores médios desta variável para o grupo de pós-púberes. Embora haja pequenas variações entre os sexos no comportamento do $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}) ao longo da puberdade, não foi encontrada nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Este comportamento do $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}) reforça a premissa que esta variável se mantém estabilizada (platô) durante o avanço do processo maturacional, tanto em meninos quanto em meninas.

Quanto ao $VO_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,87}$), apesar de apresentar um comportamento de melhoria em seus valores médios, este não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

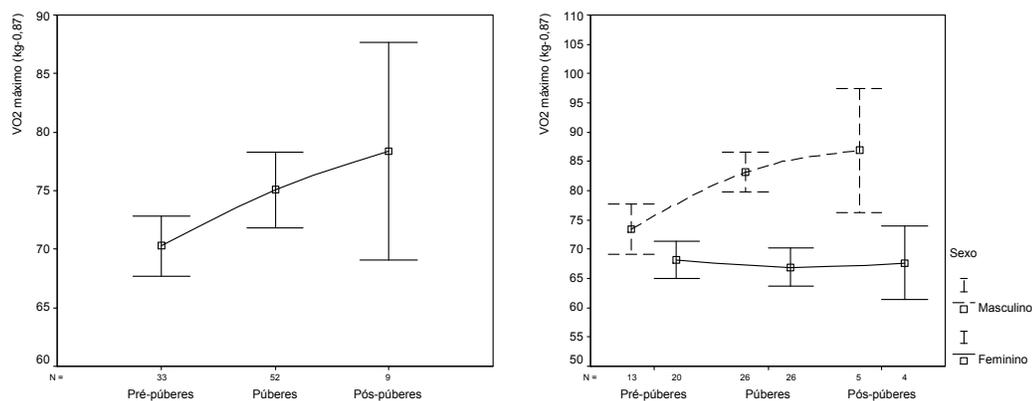
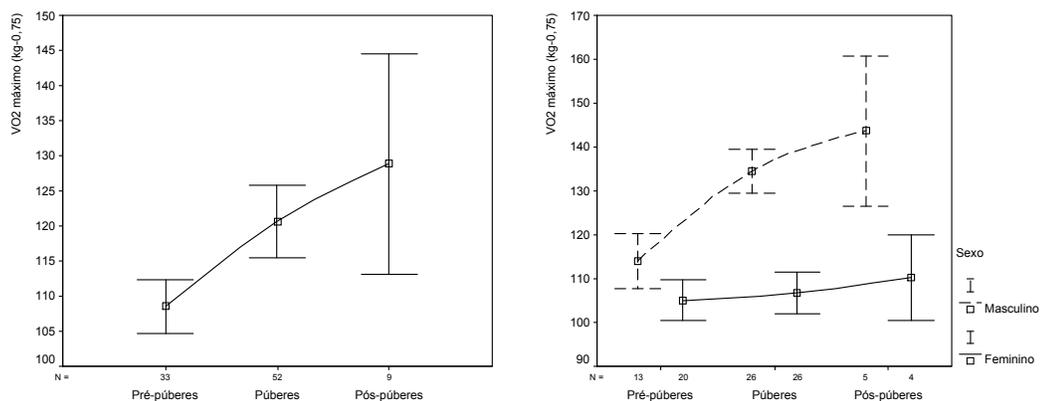


Figura 8. Valores médios de $VO_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,87}$) nos diferentes grupos de maturação biológica A esquerda referente à amostra total e, a direita, estratificados por sexo

Se analisarmos somente a amostra total, no gráfico à esquerda da figura 8, este comportamento se assemelha ao encontrado pelo $VO_{2\text{máx}}$ (kg^{-1}), onde também não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Porém, ao analisarmos por sexo, podemos verificar que, diferentemente do $VO_{2\text{máx}}$ (kg^{-1}), os meninos apresentam um incremento dos valores médios do $VO_{2\text{máx}}$ expresso neste expoente, apresentando diferenças entre os grupos. Houve diferenças estatisticamente significativas entre o grupo de meninos pré-púberes e púberes, e do grupo de meninos pré-púberes para o grupo de pós-púberes. Nas meninas, o comportamento desta variável se apresenta estável, não sendo encontrada diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.



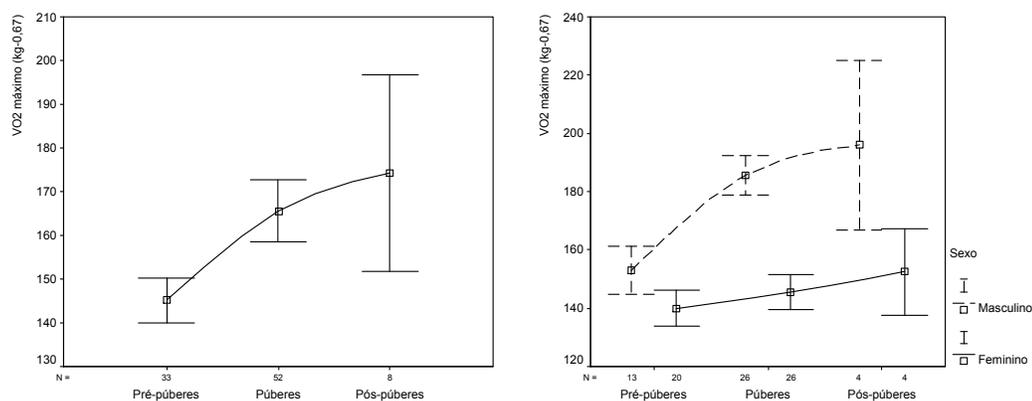


Figura 9. Valores médios de $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$) nos diferentes grupos de maturação biológica. Os dois gráficos superiores da figura representam o $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,75}$) e os gráficos abaixo o $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,67}$).

No entanto, se observarmos o comportamento do $VO_{2máx}$ através de expoentes de massa igual a $kg^{-0,75}$ (gráficos acima da figura 9) e $kg^{-0,67}$ (gráficos abaixo da figura 9), perceberemos, de uma forma geral, uma tendência de incremento em seus valores médios. Por apresentarem comportamentos idênticos, apresentaremos o $VO_{2máx}$ nos expoentes de $kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$ conjuntamente. Quanto à amostra total, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas do grupo de pré-púberes para os púberes, e do grupo de pré-púberes para o grupo de pós-púberes, porém, de púberes para pós-púberes estas diferenças não foram evidenciadas. Ao analisarmos por sexo estas duas formas de expressão do $VO_{2máx}$, perceberemos nos valores médios dos meninos o mesmo comportamento encontrado pra amostra total, como demonstra as linhas tracejadas dos gráficos à direita da figura 9. Ou seja, diferenças estatisticamente significativas foram encontradas do grupo de pré-púberes para os púberes, e do grupo de pré-púberes para o grupo de pós-púberes. Nas meninas, por outro lado, não encontramos diferenças estatisticamente significativas entre nenhum dos grupos, apesar de observarmos leves incrementos nos valores médios do $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$) durante o período analisado. Embora haja um comportamento distinto entre os sexos, podemos afirmar que, de maneira geral, o $VO_{2máx}$ tanto expresso no expoente $kg^{-0,75}$ quanto em $kg^{-0,67}$ tende a incrementar durante a puberdade.

O que pretendemos novamente evidenciar, assim como na análise referente à idade, é a distinção de comportamento entre as diferentes formas de expressão do $VO_{2máx}$ e o teste de 6 minutos com o avanço do processo maturacional. Se repararmos na amostra total, verificaremos que a tendência dos valores médios durante a puberdade é de incremento tanto no desempenho do teste de 6 minutos quanto no $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$). Porém, esta tendência não foi observada quando o $VO_{2máx}$ foi expresso pelos expoentes kg^{-1} e $kg^{-0,87}$. Os

meninos apresentaram incremento em seus valores médios em todas as variáveis analisadas, exceto no $VO_{2máx}$ (kg^{-1}), onde encontramos um platô no comportamento dos valores. Por outro lado, as meninas incrementaram seus valores médios apenas no teste de 6 minutos, pois em todas as formas de expressão do $VO_{2máx}$ o comportamento foi de estável a de decréscimo dos valores.

Estudos mais antigos, de Hollmann & Bouchard e Shephard citados por Guedes & Guedes (1997), também não detectaram diferenças nos índices de $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) no grupo de crianças mais maturadas quando comparado ao grupo de indivíduos atrasados neste processo. No que se refere ao $VO_{2máx}$ expresso em escalas alométricas, Welsman et al. (1996) ao analisarem três grupos distintos de maturação biológica (pré-púberes, púberes e adultos) identificaram, ao fazerem uso dessas escalas, incrementos significativos no $VO_{2máx}$ para o grupo do sexo masculino. No grupo feminino, as alterações no $VO_{2máx}$ tenderam a aumentar apenas das pré-púberes para as púberes. Da mesma forma, Armstrong et al. (1998, 1999) também identificaram a importante influência da maturação biológica no $VO_{2máx}$ de meninos e meninas de 11 a 13 anos de idade. Interessante é que em ambos estudos de Armstrong e colaboradores, os autores ressaltaram a importância do controle do efeito da massa corporal na relação com o $VO_{2máx}$. Armstrong & Welsman (2001) voltam a salientar através de modelos de regressão em meninos e meninas de 11 a 17 anos de idade que, com o controle da massa corporal e da massa gorda, o $VO_{2máx}$ incrementa nos dois sexos durante o período analisado. Beunen et al. (2002) demonstraram, numa abordagem longitudinal de meninos de 8 a 16 anos de idade, que o $VO_{2máx}$ só tem seus índices melhorados se expresso através de um expoente de massa corporal igual a $kg^{-0,78}$, oriundo do controle da maturação biológica na relação entre $VO_{2máx}$ e massa corporal. Embora Kemper & Verschuur (1981) não tenham encontrado incremento nos índices de $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,67}$) através da idade biológica, a maioria dos estudos corroboram nossos achados, identificando incremento do $VO_{2máx}$ durante a puberdade somente se expresso em expoentes alométricos.

Portanto, assim como nas análises referente à idade, percebemos que só é possível encontrarmos comportamentos similares ao teste de 6 minutos se expressarmos o $VO_{2máx}$ no expoente $kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$. Nesta perspectiva, é plausível pensarmos que estas expressões do $VO_{2máx}$ que levam em consideração expoentes de massa corporal adequados à realidade da amostra sejam realmente mais apropriadas para fins de interpretação desta variável.

3.4.3. Diferença entre os sexos nos testes de 6 e de 9 minutos e $VO_{2máx}$ nos distintos grupos de maturação biológica

Tendo em vista que é no período circumpubertário que ocorrem, provavelmente, nossas maiores mudanças biológicas, e que tais mudanças são distintas quanto ao sexo, é que destacamos nesta secção as principais diferenças de $VO_{2máx}$ (kg^{-1} ; $kg^{-0,87}$; $kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$), do teste de 6 minutos e do teste de 9 minutos entre os sexos dentre os grupos de pré-púberes, púberes e pós-púberes. Na tabela 12, estão expressos os valores de n, média e desvio padrão de pré-púberes, púberes e pós-púberes, estratificados por sexo. Além disso, estão dispostos abaixo os valores de F e de sig., apresentando as diferenças existentes entre os grupos nas diferentes variáveis analisadas.

Como podemos perceber na tabela 12, algumas diferenças estatisticamente significativas foram encontradas entre os sexos. No grupo de pré-púberes, os meninos parecem não ser diferentes das meninas no teste de 6 minutos e no $VO_{2máx}$ (kg^{-1}), porém, o são no teste de 9 minutos e no $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,87}$; $kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$). No grupo de púberes, as diferenças entre os sexos ficam evidentes em todas as variáveis analisadas, sendo estas estatisticamente significativas. Já no grupo dos pós-púberes⁶, os meninos apresentam valores médios superiores ao das meninas no teste de 6 minutos e no $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,87}$; $kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$), sendo estes valores estatisticamente diferentes. Porém, apesar dos valores de $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) dos meninos serem superiores ao das meninas no grupo de pós-púberes, estes não são estatisticamente significativos.

Tabela 12

Estatística descritiva usual, valor de F e Sig. dos testes de 6 e de 9 minutos e do $VO_{2máx}$ (kg^{-1} ; $kg^{-0,87}$; $kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$) nos grupos de pré-púberes, púberes e pós-púberes, estratificada por os sexos

VARIÁVEIS	GRUPOS	MASCULINO			FEMININO			DIFERENÇA %	F	Sig.
		N	Média	D.P.	N	Média	D.P.			
Teste de 6 minutos (m)	Pré-púberes	13	854,2	164,4	19	803,5	101,4	6%	1,17	0,29
	Púberes	25	1038	135,7	21	838	122,1	19%	26,94	0,00*
	Pós-púberes	3	1274,3	74	3	994,3	81,8	22%	19,34	0,01*
Teste de 9 minutos (m)	Pré-púberes	7	1305,3	245,2	9	1062,3	135,2	19%	6,41	0,02*
	Púberes	16	1527,3	194	9	1103,6	202,2	28%	26,66	0,00*
	Pós-púberes	3	1450,3	42,6	2	1398	17	4%	**	**
$VO_{2máx}$ (kg^{-1})	Pré-púberes	13	45,4	4,9	20	42,8	4,9	6%	2,2	0,15
	Púberes	26	48,9	6,1	26	40,4	5,5	17%	27,54	0,00*

⁶ No grupo de pós-púberes, o teste de 9 minutos não pode ser analisado tendo em vista o inexpressivo número de indivíduos em cada grupo.

	Pós-púberes	4	43,5	7,1	4	40	3	8%	0,82	0,40
VO _{2máx} (kg ^{-0,87})	Pré-púberes	13	73,4	7,2	20	68,2	6,8	7%	4,31	0,04*
	Púberes	26	83,2	8,5	26	67	8,1	19%	49,58	0,00*
	Pós-púberes	5	86,9	8,5	4	67,7	4	22%	16,87	0,00*
VO _{2máx} (kg ^{-0,75})	Pré-púberes	13	114	10,3	20	105	9,9	8%	6,36	0,02*
	Púberes	26	134,6	12,4	26	106,7	11,7	21%	69,64	0,00*
	Pós-púberes	5	143,7	13,8	4	110,2	6,1	23%	19,98	0,00*
VO _{2máx} (kg ^{-0,67})	Pré-púberes	13	153	13,5	20	140	13,2	8%	7,48	0,03*
	Púberes	26	185,6	16,6	26	145,5	15,1	22%	82,62	0,00*
	Pós-púberes	4	196	18,2	4	152,6	9,3	22%	18,01	0,00*

* p < 0,05

** Número de indivíduos insuficiente para comparação através da análise de variância (ANOVA).

Além disso, a análise sobre as diferenças percentuais entre os grupos aponta resultados interessantes. Percebemos, em primeiro lugar, que assim que a maturação biológica avança, as diferenças entre os sexos aumentam na maioria das variáveis. Ou seja, as diferenças entre os sexos no grupo de pós-púberes é, em geral, maior do que no grupo de pré-púberes. Em segundo lugar, podemos observar a potencialização das diferenças entre os sexos quando comparamos o VO_{2máx}, expresso em expoentes alométricos, ao VO_{2máx} de simples razão (kg⁻¹). Notamos que ao expressarmos o VO_{2máx} em escalas alométricas as diferenças entre os sexos aumentam quando comparados ao VO_{2máx} (kg⁻¹) em torno de 6% no grupo de púberes e 14% no grupo de pós-púberes.

Em síntese, podemos notar que os meninos apresentam melhores resultados nos teste aeróbios de campo quando comparados ao das meninas, sendo as diferenças, na maioria dos casos, estatisticamente significativas. Com relação a estas diferenças, parece consenso que os meninos possuem valores superiores aos das meninas nos testes aeróbios em todo período pubertário, pois nossos resultados foram ao encontro dos resultados exibidos por Bergmann (2006), por Guedes e Guedes, (1997), por Ross e Gilbert, (1985), e por Maia et al. (2002b), que também relataram a superioridade dos meninos em relação às meninas nos testes por nós analisados.

No que diz respeito a variável VO_{2máx}, percebemos uma considerável distinção entre o comportamento desta variável em suas diferentes formas de expressão. Quanto ao VO_{2máx} (kg⁻¹), percebemos que as diferenças estatisticamente significativas podem ser encontradas apenas no grupo de púberes. No entanto, no grupo de pré-púberes e de pós-púberes as diferenças entre os sexos não são evidenciadas. Por outro lado, o VO_{2máx} expresso pelos expoentes alométricos (kg^{-0,87}; kg^{-0,75} e kg^{-0,67}), apresentaram diferenças estatisticamente significativas

entre os sexos em todos os grupos analisados. Estes resultados nos chamam a atenção pela distinção de comportamento entre os diferentes expoentes de massa corporal. Na medida que o $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}) apresenta diferenças entre os sexos apenas no grupo de púberes, as outras formas de expressão do $VO_{2m\acute{a}x}$ evidenciam diferenças entre os sexos em todos os grupos. Se imaginarmos que expoentes alométricos são mais apropriados para o controle da influência da massa corporal sobre o $VO_{2m\acute{a}x}$, poderíamos inferir que as diferenças realmente existem entre os sexos nesta variável. Além disso, o comportamento das diferenças encontradas no teste de 6 e de 9 minutos se assemelha mais as mesmas encontradas no $VO_{2m\acute{a}x}$ $kg^{-0,87}$; $kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$ do que no $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}).

Inúmeros estudos corroboram com estes achados, onde meninos apresentam geralmente maiores valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ do que meninas, independente da sua forma de expressão (ARMSTRONG et al., 1991, 1999; ARMSTRONG & WELSMAN, 2001; JANZ & MAHONEY, 1997; MCMURRAY et al., 2002). Porém, três estudos nos chamam a atenção quanto ao percentual destas diferenças. Krahenbuhl et al. (1985) relataram, através de um extenso estudo de revisão, que as diferenças de $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}) em prol do meninos é de aproximadamente 25% entre os 12 e 14 anos de idade e que, após os 16 anos, esta diferença pode chegar a 50%. No mesmo sentido, Armstrong & Welsman (1994), através de linhas de regressões, detectaram que o $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}) em meninos quando comparado as meninas aos 10 anos é maior por volta de 12%, aos 12 anos em torno de 23%, aumentando para 31% aos 14 anos de idade, sendo que aos 16 anos estas diferenças ficam por volta de 37%. Resultados semelhantes foram encontrados em nosso estudo, onde o $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}) no grupo de pré-púberes difere em relação ao grupo de púberes em torno de 11%. Já Armstrong et al. (1998) detectaram que, ao controlar o efeito da massa corporal sobre o $VO_{2m\acute{a}x}$, as diferenças entre os sexos continuam sendo significativas, porém levemente menores. Nesta perspectiva, nossos achados reportaram um aumento das diferenças apresentadas entre os sexos, diferentemente de outros estudos que encontraram uma redução desses valores (ARMSTRONG et al., 1998; LOFTIN et al., 2001).

Portanto, parece consenso que a potência aeróbia de meninos, medida direta ou indiretamente, é superior em relação às meninas, mesmo com o devido controle da massa corporal através dos expoentes alométricos. A justificativa mais corrente na literatura para este fato se deve ao período pubertário, onde os meninos tendem a ganhar massa muscular e as meninas, por outro lado, a aumentarem sua massa de gordura corporal (MALINA & BOUCHARD, 1991; GUEDES & GUEDES, 1997; GALLAHUE & OZMUN, 2001). Em se tratar de uma atividade onde o indivíduo inevitavelmente carrega seu próprio peso, estas

diferenças na composição corporal de meninos e meninas acabam por influenciar diretamente no desempenho tanto dos testes aeróbios de campo quanto da medida de $VO_{2m\acute{a}x}$.

3.5. VARIÁVEIS DETERMINANTES DO DESEMPENHO DOS TESTES DE CORRIDA/CAMINHADA DE 6 E DE 9 MINUTOS

Esta secção será dedicada a identificar o grau de associação que as componentes da aptidão cardiorrespiratória (economia de movimento, limiar ventilatório e $VO_{2m\acute{a}x}$), a idade e a maturação biológica estabelecem com os testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos. Iniciaremos verificando a relação entre cada um dos componentes da aptidão cardiorrespiratória, isoladamente, e os testes aeróbios. Após, verificaremos o poder explicativo destas variáveis em conjunto sobre a variação do desempenho tanto no teste de 6 minutos quanto no teste de 9 minutos. Esta análise se constituirá em três fases. Num primeiro momento, que denominaremos “fase 1”, analisaremos as variáveis da aptidão cardiorrespiratória conjuntamente, porém, desconsiderando os expoentes alométricos. Logo a seguir, na fase 2, o $VO_{2m\acute{a}x}$ será inserido no modelo de regressão levando em consideração os expoentes alométricos analisados até então. Num terceiro momento, chamado “fase 3”, serão inseridas no modelo de regressão as variáveis idade e maturação biológica. As variáveis da aptidão cardiorrespiratória serão o $VO_{2m\acute{a}x}$, expresso nos expoentes kg^{-1} ; $kg^{-0,87}$; $kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$ e a economia de movimento (EM) e o limiar ventilatório (LV), ambos expressos em kg^{-1} e percentuais do $VO_{2m\acute{a}x}$. Todas as análises seguirão primeiramente contando com a amostra total e, após, com os sexos separadamente. Para tanto, será utilizada a análise de regressão linear múltipla, a qual exige como pressupostos básicos a relação linear das variáveis em questão com a variável dependente (testes aeróbios), além da normalidade dos resíduos. Identificada a não violação dos pressupostos exigidos pela análise de regressão, demos continuidade ao estudo.

3.5.1 Teste de 6 minutos

Primeiramente, como referido acima, analisaremos a relação das variáveis da aptidão cardiorrespiratória com teste de 6 minutos de forma isolada. A figura 10 demonstra a relação estabelecida entre o $VO_{2m\acute{a}x}$, expresso em kg^{-1} ; $kg^{-0,87}$; $kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$ com o teste de 6 minutos.

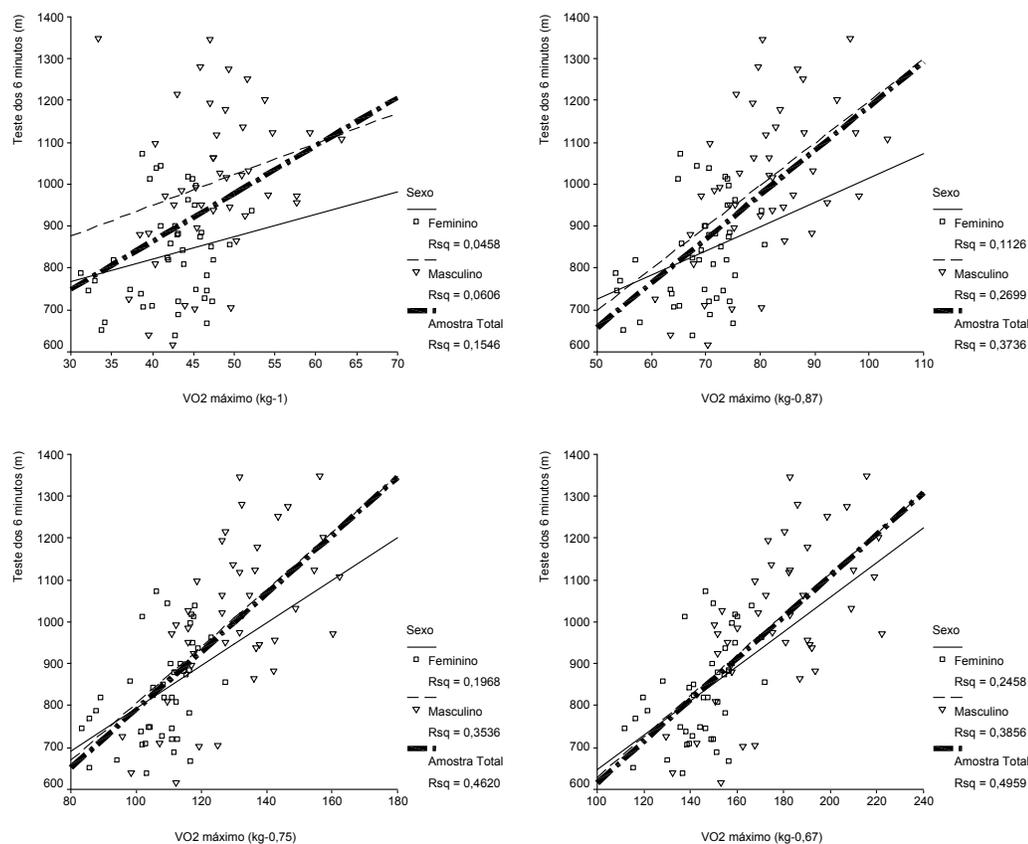


Figura 10. Relação entre o teste de 6 minutos com $VO_{2máx} \text{ kg}^{-1}$; $\text{kg}^{-0,87}$; $\text{kg}^{-0,75}$ e $\text{kg}^{-0,67}$

Voltamos a salientar a força da relação entre o teste de 6 minutos e as diferentes formas de expressão do $VO_{2máx}$, destacando o poder de explicação do $VO_{2máx} (\text{kg}^{-0,67})$ sobre a variação do desempenho do teste de 6 minutos, independente de sexo. Embora os outros expoentes alométricos apresentem considerável contribuição no teste de 6 minutos, é realmente o $VO_{2máx} (\text{kg}^{-0,67})$ que melhor explica seu desempenho. A figura 11 demonstra a relação da economia de movimento e do limiar ventilatório, expresso em kg^{-1} e $\%VO_{2máx}$, com o teste de 6 minutos.

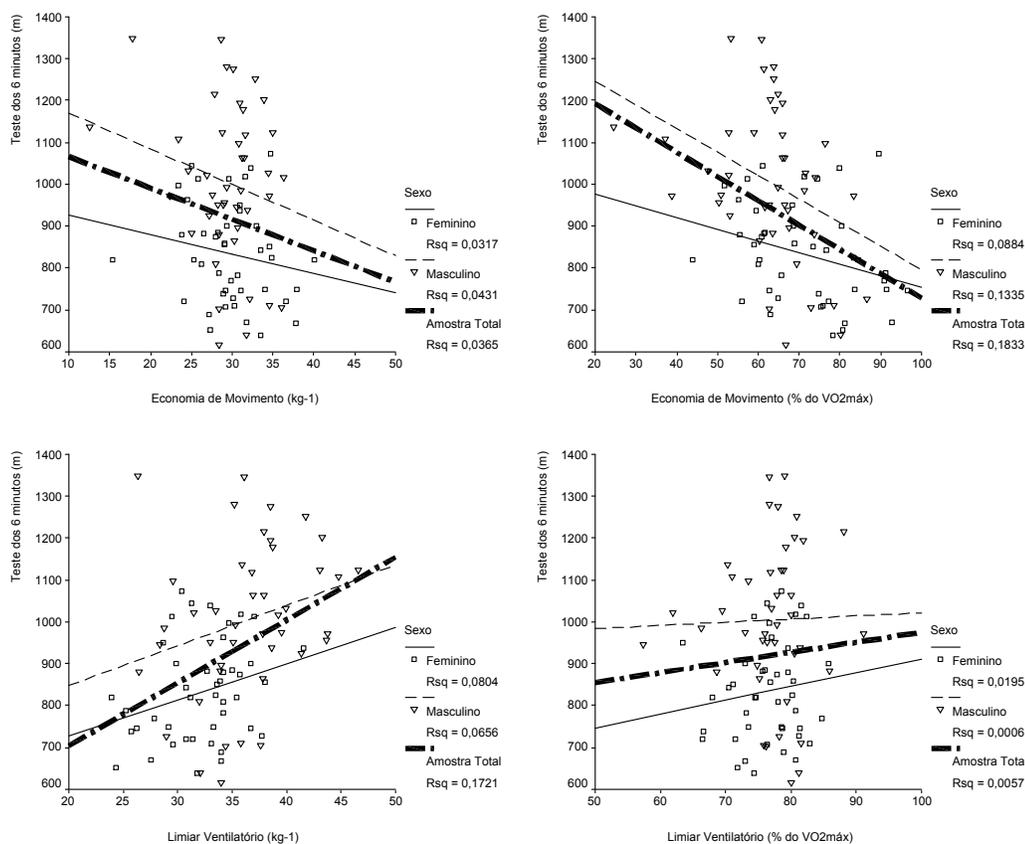


Figura 11. Relação entre o teste de 6 minutos com economia de movimento e limiar ventilatório, expressos em kg^{-1} e $\% \text{VO}_{2\text{máx}}$

Podemos detectar que, quando expressa em $\% \text{ do } \text{VO}_{2\text{máx}}$, a economia de movimento apresenta maior relação com o teste de 6 minutos ($r^2=0,183$) do que quando expressa em kg^{-1} ($r^2=0,036$). Destacamos que a relação encontrada entre a economia de movimento e o teste de 6 minutos apesar de ser direta, é negativa. Isso quer dizer que quanto menor for o percentual utilizado do $\text{VO}_{2\text{máx}}$, melhor será o desempenho das crianças e jovens no teste de 6 minutos. Ao analisarmos o limiar ventilatório, observamos o oposto. Perceberemos que o teste de 6 minutos melhor se associa com o limiar ventilatório quando expresso em kg^{-1} , apresentando uma relação direta e positiva. Desta forma, podemos inferir que o desempenho no teste de 6 minutos, no que diz respeito as variáveis da aptidão cardiorrespiratória de forma isolada, pode ser mais bem explicado pela variação do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,67}$), da economia de movimento, expressa pelo $\% \text{ do } \text{VO}_{2\text{máx}}$, e do limiar ventilatório, expresso em kg^{-1} . Embora detectadas estas relações, daremos segmento as análises levando em consideração as duas formas de expressão das variáveis economia de movimento e limiar ventilatório, pois ambas demonstraram relação significativa com a variável dependente em questão, o teste de 6

minutos. Buscaremos, portanto, compreender o poder explicativo que estas variáveis em conjunto exercem sobre o desempenho do teste de 6 minutos, contando também, como dito anteriormente, com a inserção da idade e da maturação biológica nos modelos de regressão. A estratégia de análise, como referido anteriormente, contará com 3 diferentes fases. Na fase 1 utilizaremos apenas a forma usual de $VO_{2máx}$ (kg^{-1}). Na fase 2, será inserido o $VO_{2máx}$ com os expoentes alométricos. E por fim, na fase 3, a idade e a maturação biológica também será contida nas análises de regressão. Para todas as fases contaremos com as duas formas de expressão da economia de movimento e do limiar ventilatório, ou seja, EM e LV em kg^{-1} e $\%VO_{2máx}$.

3.5.1.1 Amostra Total

Iniciaremos a apresentação dos resultados contando com a amostra total do estudo. Na tabela 13 está expressa a estatística descritiva de todas as variáveis que serão inseridas nos modelos de regressão. Logo abaixo, na tabela 14, estão demonstradas as correlações entre as variáveis da aptidão cardiorrespiratória, idade e maturação biológica com o teste de 6 minutos.

Tabela 13

Estatística descritiva (n, média e desvio padrão) das variáveis contidas no modelo de regressão do teste de 6 minutos

Variáveis do modelo	N	Média	D.P.
1. Teste de 6 minutos (m)	85	918,5	177,6
2. Idade (anos)	85	11,9	1,4
3. Maturação Biológica*	85	3,0	
4. $VO_{2máx}$ (kg^{-1})	85	44,9	6,1
5. $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,87}$)	85	74,7	10,3
6. $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,75}$)	85	118,6	17,4
7. $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,67}$)	85	161,4	25,3
8. Economia de Movimento – EM (kg^{-1})	85	29,6	4,5
9. Economia de Movimento – EM ($\% VO_{2máx}$)	85	67,0	13,0
10. Limiar ventilatório - LV (kg^{-1})	85	34,3	4,9
11. Limiar ventilatório - LV ($\% VO_{2máx}$)	85	76,5	5,3

* O valor apresentado de maturação biológica se refere a mediana encontrada no estudo

Tabela 14

Matriz de correlação das variáveis contidas no modelo de regressão do teste de 6 minutos

Variáveis	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1. Teste de 6 minutos (m)	0,66*	0,57*	0,39*	0,61*	0,68*	0,71*	-0,19*	-0,44*	0,41*	0,07

2. Idade (anos)	0,73*	0,12	0,38*	0,51*	0,58*	0,07	-0,04	0,13	0,03
3. Maturação Biológica		0,11	0,38*	0,51*	0,57*	-0,08	-0,15	0,17	0,13
4. VO _{2máx} (kg ⁻¹)			0,83*	0,75*	0,69*	0,06	-0,63*	0,87*	-0,16
5. VO _{2máx} (kg ^{-0,87})				0,97*	0,94*	-0,12	-0,67*	0,77*	-0,04
6. VO _{2máx} (kg ^{-0,75})					0,99*	-0,14	-0,63*	0,71*	-0,01
7. VO _{2máx} (kg ^{-0,67})						-0,14	-0,59*	0,66*	0,01
8. EM (kg ⁻¹)							0,71*	0,09	0,05
9. EM (% VO _{2máx})								-0,52*	0,17
10. LV (kg ⁻¹)									0,33*
11. LV (% VO _{2máx})									

* p < 0,05

Apesar da tabela 14 apresentar todas as relações possíveis entre as variáveis, nos atentaremos neste instante apenas para a primeira linha da tabela, onde são apresentados os graus de correlação entre as variáveis da aptidão cardiorrespiratória, idade e maturação biológica com o teste de 6 minutos. Observamos que todas as variáveis contidas no modelo apresentam relação significativa com o teste de 6 minutos, exceto o LV (% VO_{2máx}). Verificamos também que o VO_{2máx} (kg^{-0,67}) é a única variável que apresenta forte correlação com o teste de 6 minutos ($r \geq 0,70$), sendo o grau de associação entre o restante das variáveis que apresentaram relação significativa com o teste de 6 minutos classificado como moderado ($r \geq 0,40$). Chamamos a atenção que a relação entre as variáveis de economia de movimento e o teste de 6 minutos é maior quando expressa em percentual do VO_{2máx}. A única relação não significativa se deu entre o limiar ventilatório (%VO_{2máx}) e o teste aeróbio em questão.

Na tabela 15, apresentamos o modelo resumido encontrado com a inserção das variáveis da aptidão cardiorrespiratória (fase 1) na explicação do desempenho do teste de 6 minutos. Como demonstra a tabela abaixo, o desempenho no teste de 6 minutos pode ser explicado em 21,8% (r^2 ajustado) pelas variáveis da aptidão cardiorrespiratória. Entre as variáveis analisadas, as que mais contribuem no poder explicativo do teste é a economia de movimento, expressa em percentual do VO_{2máx}, juntamente com o limiar ventilatório (kg⁻¹).

Tabela 15

Coefficientes do modelo de regressão do teste de 6 minutos (fase 1)

	r	sig.	r ²	r ² ajustado	Erro padrão de estimativa (EPE)
Modelo 1	0,428	0,000	0,183	0,174	160,579
Modelo 2	0,486	0,000	0,236	0,218	156,205

* p < 0,05

Variável dependente: teste de 6 minutos

Variáveis preditoras:

Modelo 1: EM (% VO_{2máx})

Modelo 2: EM (% VO_{2máx}); LV (kg⁻¹)

Podemos notar também que ao contarmos com a economia de movimento e o limiar ventilatório no modelo de regressão, o $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}) não apresenta poder explicativo significativo sobre o teste de 6 minutos.

Se inserirmos o $VO_{2m\acute{a}x}$ expresso em expoentes alométricos (fase 2), encontraremos novas variáveis preditoras do teste de 6 minutos. Na tabela 16, apresentamos o modelo resumido encontrado com a inserção das variáveis da aptidão cardiorrespiratória na explicação do desempenho do teste de 6 minutos.

Tabela 16

Coeficientes do modelo de regressão do teste de 6 minutos (fase 2)

	r	sig.	r ²	r ² ajustado	Erro padrão de estimativa (EPE)
TOTAL	0,704*	0,000	0,496	0,490	126,153

* p < 0,05

Variável dependente: teste de 6 minutos

Variável preditora (independente): $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,67}$)

Como podemos notar na tabela acima, verificamos que a variável de maior poder explicativo da variação do desempenho do teste de 6 minutos é o $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,67}$). Mesmo inserindo os três componentes da aptidão cardiorrespiratória, o modelo removeu as variáveis referentes à economia de movimento e ao limiar ventilatório⁷. Portanto, esses resultados demonstram que, dentre as três variáveis analisadas, o $VO_{2m\acute{a}x}$ isoladamente, se expresso no expoente de massa corporal $kg^{-0,67}$, é suficiente para explicar o desempenho do teste de 6 minutos, passando o poder explicativo de 21,8% na fase 1 para 49,0% na fase 2. Portanto, se utilizarmos expoentes alométricos de $VO_{2m\acute{a}x}$, poderemos notar um aumento substancial ($\pm 27\%$) do grau de explicação das variáveis da aptidão cardiorrespiratória sobre o teste de 6 minutos.

Não obstante, se inserirmos em nossas análises a variável idade e maturação biológica (fase 3), também observaremos incremento no poder explicativo do teste de 6 minutos. Na tabela 17, apresentamos o modelo resumido encontrado com a inserção das variáveis da aptidão cardiorrespiratória, idade e maturação biológica na explicação do desempenho do teste de 6 minutos.

⁷ Se tentarmos “forçar” a entrada de todas as variáveis no modelo, através de outros métodos, verificaremos que a variabilidade da variável dependente (teste de 6 minutos) explicada pelas variáveis independentes (economia de movimento, limiar ventilatório e $VO_{2m\acute{a}x}$) continuará a mesma se contarmos apenas com a variável $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,67}$) no modelo.

Tabela 17

Coeficientes do modelo de regressão do teste de 6 minutos (fase 3)

	r	sig.	r ²	r ² ajustado	Erro padrão de estimativa (EPE)
Modelo 1	0,706*	0,00	0,499	0,493	126,44
Modelo 2	0,772*	0,00	0,597	0,587	114,16
Modelo 3	0,795*	0,00	0,632	0,618	109,73

* p < 0,05

Variável dependente: teste de 6 minutos

Variáveis preditoras:

Modelo 1: VO_{2máx} (kg^{-0,67})Modelo 2: VO_{2máx} (kg^{-0,67}); idadeModelo 3: VO_{2máx} (kg^{-0,67}); idade; economia de movimento (%VO_{2máx})

Ao inserirmos no modelo de regressão linear múltipla tanto as variáveis da aptidão cardiorrespiratória quanto idade e maturação biológica, identificamos que, em relação ao modelo anterior, a idade e economia de movimento (%VO_{2máx}) passam a ter um papel importante na explicação do desempenho do teste de 6 minutos, como demonstra a tabela 17. As variáveis referentes à maturação biológica e ao limiar ventilatório foram excluídas do modelo. Assim, o poder explicativo das variáveis selecionadas fica em 61,8% (r² ajustado) sobre o teste de 6 minutos (fase 3). Isso quer dizer que os 49,0% explicado pelas variáveis da fase 2 passa para 61,8% ao inserirmos na análise de regressão as variáveis idade e economia de movimento (fase 3). Este fato demonstra que a idade e a economia de movimento, aliada ao VO_{2máx} (kg^{-0,67}), explicam em torno de 12% a mais da variância do teste de 6 minutos do que se levarmos em conta apenas o VO_{2máx} (kg^{-0,67}). E mais, a economia de movimento passa a ter um papel preponderante na explicação do teste de 6 minutos, pois além de ser a variável que exerce maior influência no desempenho do teste na fase 1, volta a destacar sua importância quando passamos a contar com a inserção de todas as variáveis no modelo de regressão (fase 3).

Estes achados reforçam a reconhecida importância do VO_{2máx} como marcador de desempenho aeróbio. Contudo, estes resultados também demonstram que o VO_{2máx} só é um importante preditor da potência aeróbia de crianças e jovens, se controlarmos o efeito da massa corporal em suas relações (escalas alométricas). Além disso, esses resultados evidenciam a relevância da economia de movimento como uma variável de importante poder preditivo sobre o teste de 6 minutos. Nesta perspectiva, apesar de ser o VO_{2máx} (kg^{-0,67}) a variável de maior poder preditivo, a economia de movimento também passa a destacar sua fundamental importância no processo explicativo do teste de 6 minutos.

3.5.1.2 Estratificado por sexo

Passaremos, neste instante, a analisar os modelos de regressão sobre o teste de 6 minutos estratificados por sexo. Assim como na amostra total, serão apresentadas as três fases de inserção das variáveis nos modelos de regressão. Na tabela 18 está apresentada a estatística descritiva usual de cada variável estudada (n, média e desvio padrão), estratificada por sexo. A seguir, na tabela 19, estão as correlações entre as variáveis contidas no modelo, estratificadas por sexo.

Tabela 18

Estatística descritiva (n, média e desvio padrão) das variáveis contidas no modelo, estratificada por sexo

Variáveis do modelo	Masculino			Feminino		
	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.
Teste de 6 minutos (m)	42	1005,3	186,9	43	833,7	118,7
Idade (anos)	42	12,4	1,6	43	11,4	1,1
Maturação Biológica*	42	4,0		43	3,0	
VO _{2máx} (kg ⁻¹)	42	47,6	6,2	43	42,3	4,8
VO _{2máx} (kg ^{-0,87})	42	80,9	9,5	43	68,7	6,8
VO _{2máx} (kg ^{-0,75})	42	129,7	16,1	43	107,7	10,3
VO _{2máx} (kg ^{-0,67})	42	177,8	23,6	43	145,4	14,3
EM (kg ⁻¹)	42	29,3	4,5	43	29,9	4,6
EM (% VO _{2máx})	42	62,5	11,7	43	71,3	12,8
LV (kg ⁻¹)	42	36,3	5,0	43	32,3	3,9
LV (% VO _{2máx})	42	76,5	5,7	43	76,4	5,0

* O valor apresentado de maturação biológica se refere a mediana encontrada no estudo
D.P. Desvio padrão

Tabela 19

Matriz de correlação das variáveis contidas no modelo regressão do teste de 6 minutos. Acima da diagonal os valores referentes aos meninos e, abaixo, referente às meninas

Variáveis	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1. Teste de 6 minutos (m)		0,61*	0,70*	0,24	0,52*	0,60*	0,63*	-0,21	-0,37*	0,26*	0,04
2. Idade (anos)	0,62*		0,88*	-0,03	0,31*	0,49*	0,58*	0,05	0,01	-0,01	0,00
3. Maturação Biológica	0,33*	0,50*		0,11	0,51*	0,66*	0,72*	-0,02	-0,13	0,12	0,02
4. VO _{2máx} (kg ⁻¹)	0,21	-0,04	-0,09		0,70*	0,61*	0,53*	0,02	-0,63*	0,84*	-0,19
5. VO _{2máx} (kg ^{-0,87})	0,34*	0,11	0,07	0,96*		0,97*	0,91*	-0,29*	-0,71*	0,64*	-0,01
6. VO _{2máx} (kg ^{-0,75})	0,44*	0,26*	0,25	0,85*	0,96*		0,99*	-0,27*	-0,63*	0,58*	0,02
7. VO _{2máx} (kg ^{-0,67})	0,50*	0,35*	0,36*	0,73*	0,88*	0,98*		-0,24	-0,57*	0,52*	0,04
8. EM (kg ⁻¹)	-0,18	0,17	-0,13	0,21	0,14	0,06	0,01		0,75*	0,11	0,14
9. EM (% VO _{2máx})	-0,30*	0,18	-0,05	-0,51*	-0,54*	-0,53*	-0,49*	0,72*		-0,46*	0,22
10. LV (kg ⁻¹)	0,28*	0,01	0,06	0,85*	0,84*	0,76*	0,67*	0,15	-0,43*		0,36*
11. LV (% VO _{2máx})	0,14	0,08	0,27*	-0,18	-0,14	-0,08	-0,04	-0,03	0,15	0,36*	

* p < 0,05

Da mesma forma que na análise da amostra total, destacaremos neste instante apenas a relação estabelecida entre as variáveis com o teste de 6 minutos. Podemos perceber nas correlações expostas na tabela 19 que, para o sexo masculino, a variável que mais bem se relaciona com o teste de 6 minutos é a maturação biológica seguida pelo VO_{2máx} (kg^{-0,67}). Nas meninas, por outro lado, a variável mais representativa para explicar o desempenho do teste de 6 minutos continua sendo o VO_{2máx} (kg^{-0,67}), porém agora, seguido da idade ao invés da maturação biológica. As únicas relações não significativas encontradas, nos dois sexos, foram entre o teste de 6 minutos com as variáveis de VO_{2máx} e EM (kg⁻¹), e LV (% VO_{2máx}). Na tabela 20, apresentamos o modelo de inserção das variáveis da aptidão cardiorrespiratória (fase 1) na explicação do desempenho do teste de 6 minutos, nos dois sexos.

Tabela 20

Coefficientes do modelo de regressão do teste de 6 minutos para cada sexo (fase 1)

	r	sig.	r ²	r ² ajustado	Erro padrão de estimativa (EPE)
MASCULINO	0,365*	0,016	0,134	0,112	174,068
FEMININO	----	----	----	----	----

* p < 0,05

Variável dependente: teste de 6 minutos

Sexo Masculino - Variável preditora (independente): EM (% VO_{2máx})

Em relação aos meninos, dentre as variáveis que compõem a fase 1, a única variável que dispõem de algum poder significativo de explicação sobre o teste de 6 minutos é a economia de movimento (% VO_{2máx}). Nas meninas, nenhuma destas variáveis foi capaz de

apresentar um grau significativo a ponto de se tornar uma variável preditora do teste aeróbio em questão⁸. Voltamos a salientar a importância da economia de movimento, que novamente sobrepõem o $VO_{2\text{máx}}$ (kg^{-1}) na explicação do desempenho do teste de 6 minutos.

Tabela 21

Coefficientes do modelo de regressão do teste de 6 minutos para cada sexo (fase 2)

	r	sig.	r ²	r ² ajustado	Erro padrão de estimativa (EPE)
MASCULINO	0,621*	0,000	0,386	0,371	146,583
FEMININO	0,496*	0,001	0,246	0,227	104,314

* $p < 0,05$

Variável dependente: teste de 6 minutos

Sexo Masculino - Variável preditora (independente): $VO_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,67}$)

Sexo Feminino - Variável preditora (independente): $VO_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,67}$)

Na tabela 21 estão expressos os coeficientes da regressão com a inserção dos expoentes alométricos no modelo (fase 2). Os coeficientes obtidos através do modelo de regressão linear múltipla, realizado separadamente em cada sexo, demonstraram que, para ambos os sexos, o $VO_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,67}$) continua explicando (r^2 ajustado) a variação do desempenho do teste de 6 minutos satisfatoriamente, sem a necessidade das outras variáveis. Nesta perspectiva, o modelo de regressão utilizado entende que o $VO_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,67}$), por si só, é capaz de explicar 37,1% e 22,7% dos índices alcançados no teste aeróbio de meninos e meninas, respectivamente. No entanto, o $VO_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,67}$) explica para os meninos em torno de 10% a mais do teste de 6 minutos quando comparado as meninas.

Na tabela 22 e 23 encontramos os coeficientes de regressão dos meninos e das meninas, respectivamente. Estes coeficientes apresentados abaixo referem-se a fase 3, onde inserimos todas as variáveis analisadas ao mesmo tempo.

Tabela 22

Coefficientes do modelo de regressão do teste de 6 minutos para o sexo masculino (fase 3)

	r	sig.	r ²	r ² ajustado	Erro padrão de estimativa (EPE)
Modelo 1	0,698*	0,00	0,487	0,474	135,525
Modelo 2	0,754*	0,00	0,568	0,546	125,913

* $p < 0,05$

Variável dependente: teste de 6 minutos

Variáveis preditoras:

Modelo 1 – Maturação biológica

Modelo 2 – Maturação biológica, economia de movimento ($\%VO_{2\text{máx}}$)

⁸ No método *StepWise*, variáveis que apresentam uma probabilidade de “F” menor de 0,10 são excluídas do modelo de regressão.

Tabela 23

Coeficientes do modelo de regressão do teste de 6 minutos para o sexo feminino (fase 3)

	r	sig.	r ²	r ² ajustado	Erro padrão de estimativa (EPE)
Modelo 1	0,616*	0,00	0,380	0,364	94,611
Modelo 2	0,742*	0,00	0,550	0,527	81,591

* p < 0,05

Variável dependente: teste de 6 minutos

Variáveis preditoras:

Modelo 1 – Idade

Modelo 2 – Idade, economia de movimento (%VO_{2máx})

Os coeficientes obtidos através do modelo de regressão linear múltipla, realizado separadamente em cada sexo, demonstrou que para os meninos, dentre todas as variáveis contidas no modelo, a maturação biológica e a economia de movimento (%VO_{2máx}), conjuntamente, são as variáveis que melhor explicam a variação do desempenho do teste de 6 minutos. O modelo aponta que estas duas variáveis têm um poder explicativo sobre o teste de 6 minutos de 54,6% (r² ajustado). Já nas meninas, as variáveis que melhor explicam a variabilidade do desempenho do teste de 6 minutos é a idade, seguida também pela economia de movimento (%VO_{2máx}), representando 52,7% da variância dos índices obtidos no referido teste.

Novamente os modelos de regressões apontam a importância do VO_{2máx} (kg^{-0,67}) na variação do desempenho do teste de 6 minutos. Quando lidamos apenas com as variáveis da aptidão cardiorrespiratória, notamos que, assim como para a amostra total, é o VO_{2máx} expresso em kg^{-0,67} que melhor explica os índices alcançados pelas crianças e jovens neste teste aeróbio. Não obstante, os modelos de regressão também apontam a relevância da capacidade das crianças correrem mais economicamente. Quando atrelada à idade e a maturação sexual, a economia de movimento (% VO_{2máx}) passa a explicar mais do que 50% da variação do desempenho do teste de 6 minutos, percentual que consideramos bastante elevado.

3.5.2 Teste de 9 minutos

Para obtermos parâmetros de comparação desses achados quanto ao teste de 6 minutos, realizaremos estas análises contando agora com o teste de 9 minutos. Na figura 12 apresentamos a relação entre o teste de 9 minutos e as diferentes formas de expressão do VO_{2máx}.

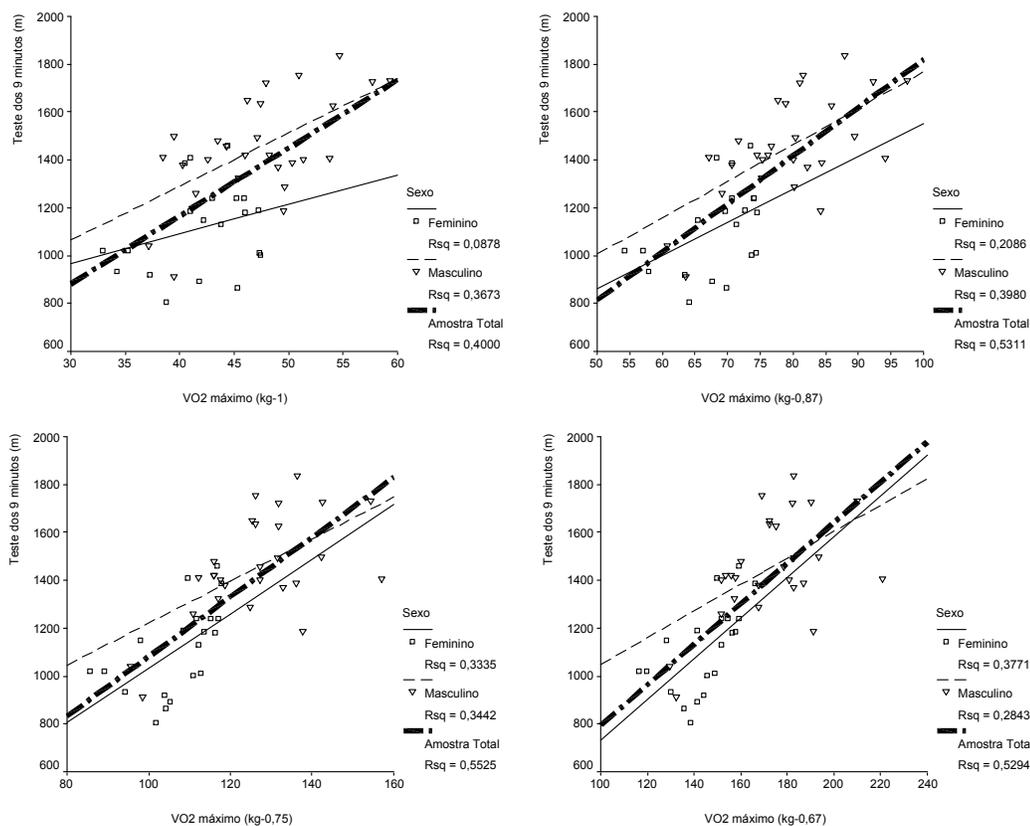


Figura 12. Relação entre o teste de 9 minutos com $VO_{2máx} \text{ kg}^{-1}$; $\text{kg}^{-0,87}$; $\text{kg}^{-0,75}$ e $\text{kg}^{-0,67}$

Podemos observar na figura 12 que para a amostra total o expoente de $VO_{2máx}$ que melhor explica o teste de 9 minutos é o $\text{kg}^{-0,75}$. No entanto, para os meninos o expoente de massa corporal mais adequado para explicação do desempenho do teste de 9 minutos é o $\text{kg}^{-0,87}$, enquanto para as meninas é o $\text{kg}^{-0,67}$. Este comportamento é bastante distinto do encontrado no teste de 6 minutos, onde o expoente de $VO_{2máx}$ de maior explicação é o $\text{kg}^{-0,67}$, tanto para a amostra total quanto para os dois sexos separadamente.

A figura 13 demonstra a relação da economia de movimento e do limiar ventilatório, expresso em kg^{-1} e $\%VO_{2máx}$, com o teste de 9 minutos. Podemos perceber que, assim como no teste de 6 minutos, as expressões da economia de movimento e do limiar ventilatório que melhor se relacionaram com o teste de 9 minutos foram $\% VO_{2máx}$ e kg^{-1} , respectivamente.

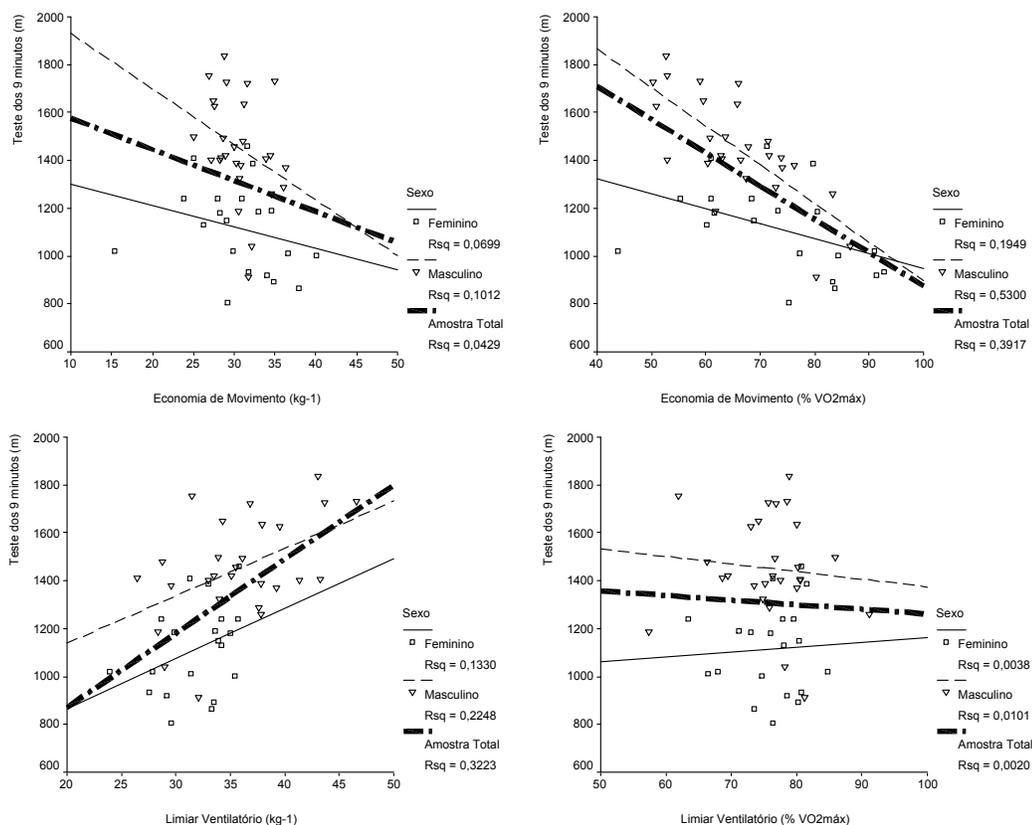


Figura 13. Relação entre o teste de 6 minutos com economia de movimento e limiar ventilatório, expressos em kg^{-1} e $\% \text{VO}_{2\text{máx}}$

Assim, quanto às relações estabelecidas entre as variáveis da aptidão cardiorrespiratória isoladamente, podemos inferir que o desempenho no teste de 9 minutos pode ser mais bem explicado pelo $\text{VO}_{2\text{máx}}$, agora expresso pelo expoente de massa corporal $\text{kg}^{-0,75}$, pela economia de movimento ($\% \text{VO}_{2\text{máx}}$) e pelo limiar ventilatório, expresso em kg^{-1} .

3.5.2.1 Amostra Total

Na tabela 24 está expressa a estatística descritiva usual das variáveis que serão inseridas nos modelos de regressão. Logo abaixo, na tabela 25, estão demonstradas as correlações entre as variáveis da aptidão cardiorrespiratória, idade e maturação biológica com o teste de 9 minutos.

Tabela 24

Estatística descritiva (n, média e desvio padrão) das variáveis contidas no modelo de regressão do teste de 9 minutos

Variáveis do modelo	N	Média	D.P.
1. Teste de 9 minutos (m)	46	1309,0	265,3
2. Idade (anos)	46	12,0	1,6
3. Maturação Biológica*	46	3,0	
4. $VO_{2máx}$ (kg^{-1})	46	45,1	5,9
5. $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,87}$)	46	74,7	9,6
6. $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,75}$)	46	118,3	15,8
7. $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,67}$)	46	160,9	22,8
8. Economia de Movimento – EM (kg^{-1})	46	30,5	4,2
9. Economia de Movimento – EM (% $VO_{2máx}$)	46	68,6	11,7
10. Limiar ventilatório - LV (kg^{-1})	46	34,0	4,8
11. Limiar ventilatório - LV (% $VO_{2máx}$)	46	75,6	5,9

* O valor apresentado de maturação biológica se refere a mediana encontrada no estudo

Tabela 25

Matriz de correlação das variáveis contidas no modelo de regressão do teste de 9 minutos

Variáveis	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1. Teste de 9 minutos (m)	0,47*	0,40*	0,63*	0,73*	0,74*	0,73*	-0,21	-0,63*	0,57*	-0,04
2. Idade (anos)		0,78*	0,15	0,38*	0,55*	0,63*	0,07	-0,08	0,11	-0,07
3. Maturação Biológica			0,05	0,29*	0,47*	0,56*	-0,11	-0,12	0,14	0,18
4. $VO_{2máx}$ (kg^{-1})				0,89*	0,79*	0,70*	0,23	-0,57*	0,84*	-0,18
5. $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,87}$)					0,97*	0,91*	0,13	-0,57*	0,80*	-0,05
6. $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,75}$)						0,99*	0,10	-0,52*	0,72*	-0,03
7. $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,67}$)							0,08	-0,47*	0,65*	-0,02
8. EM (kg^{-1})								0,65*	0,22	0,03
9. EM (% $VO_{2máx}$)									-0,44*	0,20
10. LV (kg^{-1})										0,38*
11. LV (% $VO_{2máx}$)										

* $p < 0,05$

Na tabela 25, podemos perceber que as únicas variáveis contidas no modelo que não apresentam relação significativa com o teste de 9 minutos é o EM (kg^{-1}) e o LV (% $VO_{2máx}$). Se observarmos através da classificação pré-estabelecidas das correlações, poderemos constatar um forte grau de associação ($r \geq 0,70$) apenas no $VO_{2máx}$ expresso pelos expoentes alométricos, embora o de maior expressão seja o $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,75}$). Ainda segundo a classificação, todas as outras variáveis que apresentaram relação significativa com o teste demonstraram grau de associação moderado ($r \geq 0,40$).

Na tabela 26, apresentamos o modelo resumido encontrado com a inserção das variáveis da aptidão cardiorrespiratória, referente à fase 1, na explicação do desempenho do teste de 9 minutos.

Tabela 26

Coefficientes do modelo de regressão do teste de 9 minutos (fase 1)

	r	sig.	r ²	r ² ajustado	Erro padrão de estimativa (EPE)
Modelo 1	0,632*	0,000	0,400	0,387	205,617
Modelo 2	0,722*	0,000	0,522	0,500	185,619

* p < 0,05

Variável dependente: teste de 9 minutos

Variáveis preditoras:

Modelo 1: VO_{2máx} (kg⁻¹)

Modelo 2: VO_{2máx} (kg⁻¹); EM (kg⁻¹)

A contribuição das variáveis da aptidão cardiorrespiratória sobre o desempenho do teste de 9 minutos é de 50,0%, como demonstra a tabela 26, sendo o VO_{2máx} e EM, expressos na kg⁻¹, as variáveis que mais contribuem no poder explicativo do teste. Estes resultados apresentam-se de forma bastante distinta ao teste de 6 minutos. Enquanto na fase 1 do teste de 6 minutos as variáveis preditivas explicavam 21,8%, no teste de 9 minutos, explicam em torno de 50%. Além disso, as variáveis preditoras do teste de 6 minutos são EM (% VO_{2máx}) e LV (kg⁻¹), enquanto no teste de 9 minutos são o VO_{2máx} e a EM, ambos kg⁻¹.

Na tabela 27, apresentamos o modelo resumido encontrado com a inserção das variáveis da aptidão cardiorrespiratória (fase 2) na explicação do desempenho do teste de 9 minutos.

Tabela 27

Coefficientes do modelo de regressão do teste de 9 minutos para cada sexo (fase 2)

	r	sig.	r ²	r ² ajustado	Erro padrão de estimativa (EPE)
Modelo 1	0,743	0,000	0,553	0,543	177,563
Modelo 2	0,794	0,000	0,631	0,614	163,125

* p < 0,05

Variável dependente: teste de 9 minutos

Variáveis preditoras:

Modelo 1: VO_{2máx} (kg^{-0,75})

Modelo 2: VO_{2máx} (kg^{-0,75}); EM (% VO_{2máx})

Ao inserirmos no modelo de regressão o VO_{2máx} expresso em expoentes alométricos, encontraremos um quadro distinto ao anterior. Verificaremos que agora as variáveis de maior

poder explicativo da variação do desempenho do teste de 9 minutos são o $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,75}$) e EM (% $VO_{2m\acute{a}x}$). Se observarmos o r^2 ajustado, poderemos notar que as variáveis que compõem a fase 2 explicam, em relação a fase 1, em torno de 12% a mais da variação do desempenho deste teste aeróbio. Este aumento expressivo no coeficiente de determinação faz com que passemos a considerar o $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,75}$) e EM (% $VO_{2m\acute{a}x}$) como variáveis de maior importância no poder preditivo do teste de 9 minutos em relação as variáveis antes encontradas. Ao darmos seguimento as análises, observamos que não há nenhum incremento no poder explicativo do teste de 9 minutos com a inserção da idade e da maturação biológica no modelo de regressão (fase 3). Assim, o modelo de regressão o qual conta com a inserção dessas duas variáveis se mantém idêntico ao que já fora apresentado na tabela 27.

Portanto, através desses achados, voltamos a salientar a relevância do $VO_{2m\acute{a}x}$ e da economia de movimento na determinação do desempenho tanto do teste de 6 minutos quanto do teste de 9 minutos. Quanto à forma de expressão mais adequada, identificamos que a economia de movimento, expressa em % $VO_{2m\acute{a}x}$, e o $VO_{2m\acute{a}x}$, expresso nos expoentes alométricos, são as variáveis que obtêm maior poder preditivo sobre os testes aeróbios em questão. A única diferença encontrada no processo explicativo entre os dois testes aeróbios por nós analisados foi o expoente de $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,67}$ e $kg^{-0,75}$) que, embora sejam diferentes, apresentam um índice de associação muito elevado entre eles ($r=0,998$). Este alto índice de associação entre os expoentes, aliado aos seus comportamentos similares relatados nas análises anteriores, faz com que não hesitemos em sugerir a utilização do $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,67}$) nos modelos explicativos de testes aeróbios.

3.5.2.2 Estratificado por sexo

A tabela 28 apresenta a estatística descritiva usual (n, média e desvio padrão), estratificada por sexo, de cada variável estudada referente ao teste de 9 minutos. Na tabela 29, estão demonstradas as correlações entre as variáveis contidas no modelo e o teste, também estratificadas por sexo.

Já nas correlações expostas na tabela 29, podemos perceber que, para o sexo masculino, a variável que mais bem se relaciona com o teste de 9 minutos é EM (% $VO_{2m\acute{a}x}$), seguida pelo $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,87}$). Nas meninas, por outro lado, a variável mais representativa para explicar o desempenho do teste de 9 minutos é o $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,67}$) juntamente com a idade, sendo todas elas de valor de correlação moderados. Variáveis como idade e maturação biológica perdem sua relação significativa com o teste de 9 minutos quando tratamos apenas

com meninos, além da EM (kg^{-1}) e do LV ($\% \text{VO}_{2\text{máx}}$) como já constatado na amostra total. Nas meninas, além da EM (kg^{-1}) e do LV ($\% \text{VO}_{2\text{máx}}$), a relação do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (kg^{-1}) e do LV (kg^{-1}) com o teste de 9 minutos também deixam de ser significativa.

Tabela 28

Estatística descritiva (n, média e desvio padrão) das variáveis contidas no modelo de regressão do teste de 9 minutos, estratificada por sexo

Variáveis do modelo	Masculino			Feminino		
	N	Média	D.P.	N	Média	D.P.
Teste de 6 minutos (m)	26	1458,6	216,3	20	1114,5	186,4
Idade (anos)	26	12,5	1,7	20	11,4	1,4
Maturação Biológica*	26	4,0		20	3,0	
$\text{VO}_{2\text{máx}}$ (kg^{-1})	26	47,5	5,8	20	42,0	4,4
$\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,87}$)	26	79,6	8,9	20	68,3	6,2
$\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,75}$)	26	126,9	14,4	20	107,2	9,4
$\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,67}$)	26	173,3	20,7	20	144,8	13,5
EM (kg^{-1})	26	30,5	2,9	20	30,6	5,5
EM ($\% \text{VO}_{2\text{máx}}$)	26	65,0	9,2	20	73,2	13,2
LV (kg^{-1})	26	35,7	5,2	20	31,9	3,2
LV ($\% \text{VO}_{2\text{máx}}$)	26	75,3	6,3	20	76,0	5,5

* O valor apresentado de maturação biológica se refere a mediana encontrada no estudo
D.P. Desvio padrão

Tabela 29

Matriz de correlação das variáveis contidas no modelo de regressão do teste de 9 minutos. Acima da diagonal os valores referentes aos meninos e, abaixo, referente às meninas

Variáveis	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1. Teste de 9 minutos (m)		0,29	0,30	0,59*	0,62*	0,57*	0,52*	-0,29	-0,72*	0,50*	-0,02
2. Idade (anos)	0,50*		0,91*	-0,04	0,22	0,46*	0,59*	-0,05	-0,04	-0,09	-0,12
3. Maturação Biológica	0,48*	0,53*		0,06	0,36*	0,57*	0,68*	0,02	-0,10	0,07	0,03
4. $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (kg^{-1})	0,30	0,11	-0,23		0,83*	0,71*	0,60*	0,18	-0,75*	0,82*	-0,05
5. $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,87}$)	0,46*	0,30	-0,01	0,95*		0,95*	0,88*	0,02	-0,74*	0,77*	0,13
6. $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,75}$)	0,58*	0,49*	0,23	0,76*	0,93*		0,98*	0,06	-0,62*	0,66*	0,11
7. $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,67}$)	0,61*	0,57*	0,37	0,59*	0,82*	0,97*		0,07	-0,52*	0,57*	0,10
8. EM (kg^{-1})	-0,26	0,21	-0,21	0,40*	0,36	0,27	0,20		0,49*	0,21	0,07
9. EM ($\% \text{VO}_{2\text{máx}}$)	-0,44*	0,14	-0,02	-0,23	-0,23	-0,19	-0,15	0,80*		-0,58*	0,10
10. LV (kg^{-1})	0,36	0,17	0,09	0,76*	0,76*	0,65*	0,53*	0,37	-0,07		0,52*
11. LV ($\% \text{VO}_{2\text{máx}}$)	0,06	0,07	0,46*	-0,40*	-0,33	-0,22	-0,13	-0,01	0,31	0,28	

* $p < 0,05$

Na tabela 30, apresentamos o modelo de inserção das variáveis da aptidão cardiorrespiratória (fase 1) na explicação do desempenho do teste de 9 minutos, nos dois sexos.

Tabela 30

Coefficientes do modelo de regressão do teste de 9 minutos para cada sexo (fase 1)

	r	sig.	r ²	r ² ajustado	Erro padrão de estimativa (EPE)
MASCULINO	0,724*	0,000	0,524	0,504	152,255
FEMININO	----	----	----	----	----

* p < 0,05

Variável dependente: teste de 9 minutos

Sexo Masculino - Variável preditora (independente): EM (% VO_{2máx})

Estes achados demonstram-se semelhantes aos resultados encontrados para o teste de 6 minutos. Dentre as variáveis que compõem a fase 1, a única variável que dispõe de algum poder significativo de explicação do teste de 9 minutos para os meninos é a economia de movimento (% VO_{2máx}). No entanto, o grau explicativo dessa variável para os meninos passa de 11,2% em relação ao teste de 6 minutos para 50,4% no teste de 9 minutos, explicitando assim, a importância da economia de movimento no desempenho de testes aeróbios, prioritariamente, no teste de 9 minutos. Nas meninas, por outro lado, nenhuma das variáveis estudadas nesta fase apresentou um grau significativo de relação com o teste de 9 minutos. Isto quer dizer que, para as meninas, as variáveis contidas nessa fase não são importantes o suficiente para a predição ou explicação do teste aeróbio em questão.

Na tabela 31 estão expressos os coeficientes da regressão com a inserção dos expoentes alométricos (fase 2) no modelo referente aos meninos e, na tabela 32, os coeficientes de regressão referentes às meninas. Os coeficientes obtidos através do modelo de regressão linear múltipla, realizado separadamente em cada sexo, demonstraram que para os meninos (tabela 31) a economia de movimento (% VO_{2máx}) continua sendo a variável de maior destaque na explicação do teste de 9 minutos (50,4%), mesmo com a inserção do VO_{2máx} em expoentes alométricos.

Tabela 31

Coefficientes do modelo de regressão do teste de 9 minutos referente aos meninos (fase 2)

	r	sig.	r ²	r ² ajustado	Erro padrão de estimativa (EPE)
Modelo 1	0,724*	0,000	0,524	0,504	152,255

* $p < 0,05$

Variável dependente: teste de 9 minutos

Variável preditora (independente): EM (% $VO_{2máx}$)

Tabela 32

Coefficientes do modelo de regressão do teste de 9 minutos referente às meninas (fase 2)

	r	sig.	r^2	r^2 ajustado	Erro padrão de estimativa (EPE)
Modelo 1	0,614*	0,000	0,377	0,343	151,137
Modelo 2	0,729*	0,000	0,532	0,477	134,789

* $p < 0,05$

Variável dependente: teste de 9 minutos

Variáveis predictoras:

Modelo 1: $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,67}$)

Modelo 2: $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,67}$); EM (kg^{-1})

Já na relação entre os dois testes aeróbios analisados, percebemos que a variável preditora do teste de 9 minutos (EM - % $VO_{2máx}$) explica em torno de 13% a mais do que a do teste de 6 minutos ($VO_{2máx} - kg^{-0,67}$). Por outro lado, os coeficientes encontrados para as meninas apontam o $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,67}$) e a EM (kg^{-1}) como variáveis predictoras do desempenho do teste de 9 minutos, as quais contemplam 47,7% da explicação do teste, conforme demonstra a tabela 32. Cabe aqui salientarmos que, na fase 1 das meninas, não encontramos nenhuma variável, dentre as estudadas, capazes de prever satisfatoriamente o teste de 9 minutos, porém agora, com a inserção do $VO_{2máx}$ em expoentes alométricos, obtemos a condição de explicar em torno de 47% da variabilidade desse teste aeróbio. Identificamos também que o $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,67}$) tem o poder explicativo maior ($\pm 7\%$) sobre o teste de 9 minutos do que para o teste de 6 minutos. Além disso, as variáveis predictoras do teste de 9 minutos (47,7%) tem a capacidade de explicar 25% a mais do que as variáveis de maior poder preditivo sobre o teste de 6 minutos (22,7%). Ao inserirmos a idade e a maturação biológica no modelo de regressão (fase 3), identificamos que, assim como na amostra total, essas variáveis não alteram o poder explicativo do teste de 9 minutos. Contudo, podemos inferir que o modelo de regressão apresentado nas tabelas 31 e 32 parece ser o mais adequado para a explicação do teste de 9 minutos. Esta constatação demonstra que a economia de movimento e o $VO_{2máx}$ novamente são as variáveis que, dentre todas analisadas neste estudo, melhor explicam o teste de 9 minutos.

Portanto, podemos concluir que dentre os três componentes da aptidão cardiorrespiratória, o $VO_{2máx}$, em escalas alométricas, aliado a EM (% $VO_{2máx}$) foram as variáveis que apresentaram nos modelos de regressão maior poder preditivo sobre os testes aeróbios de campo analisados neste estudo. Já o limiar ventilatório não estabeleceu relações

suficientes capazes de ser apontado como variável preponderante no desempenho dos testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos.

Se analisarmos no âmbito da fisiologia, estudos têm demonstrado que crianças e jovens apresentam uma certa imaturidade no metabolismo anaeróbio (ERIKSSON et al., 1973; BOISSEAU & DELAMARCHE, 2000; VAN PRAAGH & DORE, 2002). Desta forma, a incapacidade em obter energia via metabolismo anaeróbio faz com crianças acabem por priorizar, como consequência, o sistema aeróbio em atividades de esforço. Segundo os autores supra citados, dois motivos distintos determinam, provavelmente, este comportamento. O primeiro deles poderia ser atribuído às diferenças na composição da fibra muscular entre crianças e adultos, onde tem sido reportado que crianças tem um maior percentual de fibras lentas (tipo I) do que adultos não-treinados. Por outro lado, este fato também pode ser explicado pela baixa atividade das enzimas fosfofrutoquinase (PFK) e lactato-desidrogenase (LDH), as quais limitam certamente a atividade glicolítica (via anaeróbia) de crianças no período circumpubertário. Assim sendo, a posição de destaque na determinação do $VO_{2máx}$, assim como, a ausência do limiar ventilatório nos modelos explicativos no desempenho de testes de corrida/caminhada não nos surpreende no que se refere a crianças e adolescentes.

Não obstante, os resultados de nosso estudo apontam uma significativa importância para a economia de movimento. Nossos achados corroboram com inúmeros autores que também identificaram no VO_2 atingido em corridas sub-máximas, aspectos fundamentais na contribuição do desempenho tanto de corrida quanto de testes aeróbios específicos (DANIELS et al., 1978; KRAHENBUHL & PANGRAZI, 1983; MCCORMACK et al., 1991; MORGAN & CRAIB, 1992; KRAHENBUHL & WILLIAMS, 1992; CURETON et al., 1997).

Neste sentido, Bar-Or (*apud* GUEDES & GUEDES, 1995b) ao não constatar qualquer alteração no $VO_{2máx}$ de crianças de 10 anos de idade quando submetida a 9 semanas de treinamento, atribuiu este fato à melhoria da economia dos processos energéticos desses indivíduos. Da mesma forma, Krahenbuhl et al. (1989) num estudo longitudinal, detectaram que meninos avaliados aos 10 anos e, posteriormente, aos 17 anos de idade, aumentaram significativamente tanto a economia de movimento, quanto à distância no teste de 9 minutos, porém, não encontraram diferenças significativas no $VO_{2máx}$ (kg^{-1}). Krahenbuhl et al. (1989b) ao analisarem um grupo de crianças de 6 a 8 anos de idade, constataram que o VO_2 alcançado a uma velocidade constante (7 km/h), diminuiu com a idade, indicando um aumento na economia de movimento destas crianças. Num importante estudo de revisão, o qual contou com 70 estudos relacionados a este tema, Krahenbuhl & Williams (1992) concluíram que o

crescimento influencia na economia de movimento, apontando que crianças são menos econômicas do que adultos. Ou seja, em velocidade sub-máxima, crianças atingem maiores demandas relativas de VO₂ (%VO_{2máx}) quando comparadas aos adultos. Outra constatação importante deste estudo foi em relação ao treinamento formal de corrida. Os autores constataram que o incremento na economia de movimento através da idade ocorre independente da participação das crianças e jovens em programas regulares de treinamento físico.

Por uma outra lógica metodológica, McCormack et al. (1991) e Cureton et al. (1997) identificaram que o aumento no desempenho do teste da milha ao longo das idades dá-se, prioritariamente, pela fração de utilização do VO_{2máx} (% VO_{2máx}) durante o teste. Estes autores também constataram, assim como em nosso estudo, que o VO_{2máx} (kg⁻¹) parece não interferir, de forma significativa, no desempenho de um teste aeróbio de campo. Portanto, o argumento consensual sobre a importante contribuição da economia de movimento no desempenho de testes de corrida/caminhada parece estar baseado na diminuição da proporção de utilização do VO_{2máx} para uma dada velocidade de corrida sub-máxima com o passar do tempo que, em razão da melhoria do estilo de corrida, tornam os movimentos de crianças e jovens mecanicamente mais eficientes.

Portanto, o que gostaríamos realmente de salientar nessa discussão, além da importância do expoente kg^{-0,67}, é a influência de outras variáveis no modelo explicativo de testes aeróbios de campo que não só o VO_{2máx}. Ou seja, para além da capacidade aeróbia máxima (VO_{2máx}), se faz necessário que o indivíduo seja econômico em seus movimentos, pois só assim alcançará, ao que tudo indica, bons índices nos testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos.

CONCLUSÃO

Na intenção de responder as questões inicialmente propostas, este estudo chegou as seguintes conclusões.

Quanto à validação dos testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos, podemos inferir, no que se refere à amostra total, que os índices alcançados no teste de 9 minutos ($r=0,632$) apresentam melhor relação com o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) do que os mesmos no teste de 6 minutos ($r=0,393$). Contudo, ao analisarmos por sexo, verificamos que a relação encontrada entre o desempenho das crianças e jovens nos testes aeróbios de campo e o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}), exceto para o teste de 9 minutos de meninos ($r=0,606$), não é, sequer, significativa. Portanto, podemos concluir que nem o teste de 6 minutos, nem o de 9 minutos apresenta relação suficientemente significativa com a medida de referência (padrão ouro) a ponto de representar um teste válido para a amostra estudada.

No entanto, ao buscarmos a melhor relação entre a massa corporal e o $VO_{2máx}$ no período da infância e adolescência, identificamos, através das escalas alométricas, que o $VO_{2máx}$ não é diretamente proporcional à massa corporal total (kg^{-1}) como se pensava. Concluimos, neste estudo, que a melhor relação entre estas variáveis só se dá quando o $VO_{2máx}$ é expresso por 2/3 ou 3/4 da massa corporal, pois só através destas proporções é que conseguimos ter o controle do efeito de variáveis inerentes ao processo da puberdade. Desse modo, se retomarmos o processo de validação dos testes aeróbios propostos, levando em consideração o $VO_{2máx}$ expresso por 2/3 da massa corporal total ($kg^{-0,67}$), encontraremos resultados distintos ao processo de validação anterior. Na amostra em geral, por exemplo, a relação entre o teste de 6 minutos e o $VO_{2máx}$, que através da expressão kg^{-1} era considerada fraca ($r=0,393$), passa a ser considerada alta ($r=0,704$) se levamos em conta o $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,67}$). O mesmo fenômeno acontece no teste de 9 minutos, onde identificamos uma alta relação ($r=0,728$) entre o referido teste e o $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,67}$), relação esta, antes considerada moderada ($r=0,632$) no expoente kg^{-1} . Ao estratificarmos por sexo, este comportamento volta a se repetir, porém de forma mais contundente. A relação não significativa do teste de 6 minutos

com o $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}) passa a apresentar índices de correlação moderados e significativos quando expresso em $kg^{-0,67}$, tanto em meninos ($r=0,621$) quanto em meninas ($r=0,496$). O mesmo ocorre nas meninas referente ao teste de 9 minutos, onde a relação com o $VO_{2m\acute{a}x}$, antes insignificante no expoente kg^{-1} , passa à moderada e significativa ($r=0,614$) ao contarmos com o $VO_{2m\acute{a}x}$ expresso em $kg^{-0,67}$. Contudo, no grupo de meninos no teste de 9 minutos, a relação com o $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,67}$) perde força quando comparado ao $VO_{2m\acute{a}x}$ expresso em kg^{-1} . O r de 0,606 encontrado na relação entre o teste de 9 minutos e o $VO_{2m\acute{a}x}$, expresso em kg^{-1} , passa para 0,533 quando o $VO_{2m\acute{a}x}$ considera com apenas 2/3 da massa corporal na sua expressão ($kg^{-0,67}$). Portanto, se avaliarmos na perspectiva das escalas alométricas, podemos concluir que, diferentemente da análise anterior, os dois testes que nos propusemos analisar parecem válidos para avaliar a capacidade aeróbia máxima de indivíduos nesta faixa etária.

Não obstante, quando nos propusemos a analisar e comparar o comportamento do $VO_{2m\acute{a}x}$, tanto em escalas alométricas quanto através da sua forma usual de expressão, com o desempenho dos testes de 6 e de 9 minutos, chegamos a algumas conclusões.

Podemos observar, num primeiro instante, que o $VO_{2m\acute{a}x}$ expresso em $kg^{-0,67}$ e $kg^{-0,75}$ foram os expoentes de massa corporal que apresentaram maiores graus de associação com o teste de 6 minutos e o de 9 minutos, respectivamente. Além disso, quando nos referimos aos sexos separadamente, embora o expoente $kg^{-0,87}$ tenha apresentado melhor relação com o teste de 9 minutos para os meninos, foi o expoente $kg^{-0,67}$ que melhor representou o $VO_{2m\acute{a}x}$ de meninos e meninas no teste de 6 minutos bem como de meninas no teste de 9 minutos.

Constatamos também que, ao avaliarmos a relação dos testes aeróbios e do $VO_{2m\acute{a}x}$ ao longo das idades, expresso nos diferentes expoentes de massa corporal, os índices nos testes de 6 e de 9 minutos incrementaram, assim como no $VO_{2m\acute{a}x}$, porém somente quando expresso em $kg^{-0,67}$ e $kg^{-0,75}$. No $VO_{2m\acute{a}x}$ expresso em kg^{-1} e $kg^{-0,87}$ o comportamento dos valores assumiu uma tendência de estabilização ao longo das idades. Quanto a essas variáveis ao longo das idades, separadas por sexo, constatamos comportamentos distintos. Os meninos tiveram incremento dos valores médios em todas as variáveis analisadas, exceto no $VO_{2m\acute{a}x}$ (kg^{-1}). Já nas meninas, encontramos incremento apenas dos índices alcançados nos dois testes aeróbios analisados, pois podemos observar decréscimo dos valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ nos expoentes kg^{-1} e $kg^{-0,87}$, e uma estabilização destes valores quando expressos em $kg^{-0,67}$ e $kg^{-0,75}$.

Da mesma forma, quando analisamos estas variáveis durante a puberdade, verificamos, de forma geral, que os valores médios tanto dos índices do teste de 6 minutos quanto do $VO_{2m\acute{a}x}$ ($kg^{-0,75}$ e $kg^{-0,67}$) tendem a incrementar. Porém, esta tendência não foi observada quando o $VO_{2m\acute{a}x}$ foi expresso pelos expoentes kg^{-1} e $kg^{-0,87}$. Os meninos

apresentaram incremento em seus valores médios em todas as variáveis analisadas, exceto no $VO_{2máx}$ (kg^{-1}), onde encontramos um platô no comportamento dos valores. Por outro lado, as meninas incrementaram seus valores médios apenas no teste de 6 minutos, pois em todas as formas de expressão do $VO_{2máx}$ o comportamento foi de estável a de decréscimo dos valores.

No que se refere à comparação entre os sexos, encontramos superioridade dos meninos em relação às meninas em todas as variáveis analisadas. Essas diferenças foram, na maioria dos casos, estatisticamente significativas em prol dos meninos. Constatamos também que as diferenças entre os sexos aumentam, em termos percentuais, na medida que o processo maturacional avança. Ou seja, a magnitude da superioridade dos meninos em relação às meninas é maior no grupo de pós-púbere quando comparado ao grupo de pré-púbere. Este comportamento também ocorre quando comparamos os sexos nas diferentes formas de expressão do $VO_{2máx}$. As diferenças entre os sexos são maiores quando o $VO_{2máx}$ é expresso em escalas alométricas, principalmente nos pós-púberes.

No que tange a contribuição das variáveis da aptidão cardiorrespiratória na explicação dos testes aeróbios, algumas importantes constatações devemos salientar. De maneira geral, constatamos que, dentre os três componentes da aptidão cardiorrespiratória, o $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,67}$), aliado a EM ($\%VO_{2máx}$) foram as variáveis que apresentaram maior poder preditivo nos modelos de regressão sobre os testes aeróbios de campo analisados neste estudo. Já o limiar ventilatório não estabeleceu relações suficientemente capazes de ser apontado como variável preponderante no desempenho dos testes de corrida/caminhada de 6 e de 9 minutos. Constatamos também que ao não utilizarmos o $VO_{2máx}$ em escalas alométricas (fase 1), o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) contribuiu de forma importante apenas quando contamos com a amostra total no teste de 9 minutos. Em todos outros casos, seja nas análises estratificadas por sexo ou não, o $VO_{2máx}$ (kg^{-1}) não foi capaz de explicar satisfatoriamente o desempenho dos testes aeróbios. Nesta mesma etapa (fase 1), onde ainda não contávamos nem com os expoentes alométricos de $VO_{2máx}$ nem com a idade e a maturação biológica, não encontramos variáveis que pudessem explicar os índices alcançados pelas meninas nos testes que nos propusemos a avaliar. Já nos meninos, a economia de movimento ($\%VO_{2máx}$), dentre os componentes da aptidão cardiorrespiratória, foi capaz de contemplar toda parcela possível de explicação sobre os testes aeróbios. Nas fases subseqüentes, ficou claro a importância do $VO_{2máx}$ ($kg^{-0,67}$) na explicação dos dois testes analisados.

Deste modo, percebemos nas análises acima citadas que o comportamento destes testes ao longo do tempo quanto à relação entre os testes aeróbios com o $VO_{2máx}$ é mais bem ajustada quando utilizamos os expoentes alométricos, geralmente expresso pelo $kg^{-0,67}$. Ao

utilizamos o expoente $\text{kg}^{-0,67}$, além de aumentarmos a relação estabelecida entre o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ e os testes de 6 e de 9 minutos, passamos a identificar semelhança no comportamento destas variáveis no período de idade analisado. Além disso, através da análise de regressão, percebemos que o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,67}$), novamente, foi a variável de maior importância na explicação do desempenho dos dois testes aeróbios de campo analisados neste estudo.

Portanto, ao que tudo indica, se expressarmos o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ pela massa corporal total (kg^{-1}), estaremos deixando-nos levar a distorções de interpretação sobre a capacidade aeróbia máxima destes indivíduos, tendo em vista o efeito não controlado tanto do crescimento somático quanto do processo maturacional nesta expressão. Nesta perspectiva, nem o teste de corrida/caminhada de 6 minutos, nem o teste de corrida/caminhada de 9 minutos são válidos para avaliação da capacidade aeróbia máxima de crianças e adolescentes. Por outro lado, ao expressarmos o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ por 2/3 da massa corporal total ($\text{kg}^{-0,67}$), temos a convicção de que estamos controlando os efeitos destes aspectos intervenientes (crescimento e maturação) sobre o $\text{VO}_{2\text{máx}}$, tornando-o assim, passível de comparação entre os sujeitos no período da infância e adolescência. Ao usarmos o expoente de massa corporal $\text{kg}^{-0,67}$ estaremos, portanto, avaliando a capacidade individual de captação, transporte e utilização máxima do O_2 livres da influência de algumas variáveis que confundem sua interpretação. Se assim for, concluímos que, nesta população, os dois testes aeróbios estudados, na medida que apresentam um alto grau de relação com o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,67}$), medem o que se propõem a medir, tornando-os válidos para a avaliação da aptidão cardiorrespiratória.

Podemos afirmar, portanto, que o teste de corrida de 6 minutos é um teste simples, de fácil compreensão e que permite sua aplicação em escolares provenientes de instituições de diferentes estruturas. Por não necessitar de nenhum instrumento de elevado custo, e ter apresentado boa relação com o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($\text{kg}^{-0,67}$), este teste permite a qualquer professor de educação física ter um parâmetro sobre a aptidão cardiorrespiratória de seus alunos.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN ALIANCE FOR HEALTH, PHYSICAL EDUCATION, RECREATION AND DANCE. *AAHPERD health related fitness test*. Reston, VA: Author, 1980.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. *Guidelines for exercise testing and prescription*, 4th. Ed. Lea Febiger, 1991.
- ARMSTRONG, N.; WILLIAMS, J.; BALDING, J.; GENTLE, P.; KIRBY, B. The peak oxygen uptake of British children with reference to age, sex and sexual maturity. *European Journal Applied Physiology Occupation Physiological* 62(5):369-75, 1991.
- ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J.R. Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. *Exercise Sport Science Review*. 22:435-76, 1994.
- ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J.; KIRBY, B.J. Peak oxygen uptake and maturation in 12 yr olds. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.30, n.1, pp.165-9, 1998.
- ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J.R.; NEVILL, A.M.; KIRBY, B.J. Modeling growth and maturation changes in peak oxygen uptake in 11-13 yr olds. *Journal of Applied Physiology*, v. 87, n. 6, p. 2230-2236, 1999.
- ASTRAND, P.O.; RODAHL, K. *Text book of work physiology: physiological bases of exercises*. 3.ed. New York, McGRAW-HILL, 1986.
- BALE, P. Pre- and post-adolescents' physiological response to exercise. *British Journal Sports Medicine*. Dec;15(4):246-9, 1981.
- BANGSBO, J. *The physiology of soccer*. Copenhagen, Advisory Board, 1993.
- BARBANTI, V. *Aptidão Física Relacionada à Saúde. Manual de testes*. São Paulo: Prefeitura Municipal de Itapira. Departamento de Educação Física Esportes e Recreação, 1983.
- BARBANTI, V.J. *Dicionário de educação física e esporte*. São Paulo, Manole, 2ª edição, 2003.
- BASSETT, D.R.Jr.; HOWLEY, E.T. Maximal oxygen uptake: "classical" versus "contemporary" viewpoints. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. May;29(5):591-603, 1997.
- BATTERHAM, A.M.; VANDERBURGH, P.M.; MAHAR, M.T.; JACKSON, A.S. Modeling the influence of body size on Vo₂peak: effect of model choice and body composition. *Journal of Applied Physiology* 87(4): 1317-1325, 1999.
- BERENSON, G.S.; WATTIGNEY W.A.; TRACY R.; NEWMAN W.; SRINIVASAN S.; WEBBER L.; DALFERES E.R. Jr.; STRONG J.P. Atherosclerosis of the aorta and coronary arteries and cardiovascular risk factors in persons 6 to 30 years and studied at necropsy (the Bogalusa Heart Study). *American Journal Cardiology*; 70:851-58; 1992.
- BERGH, U., SJÖDIN, B., FORSBERG, A.; SVEDENHAG, J. The relationship between body mass and oxygen uptake during running in humans. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 23, N° 2, pp.205-211, 1991.

- BERGMANN, G.G. *Crescimento Somático, Aptidão Física Relacionada à Saúde e Estilo de Vida de Escolares de 10 a 14 Anos: Um Estudo Longitudinal*. Dissertação (Mestrado em Ciência do Movimento Humano) - Escola de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: 2006.
- BEUNEN, G. et al. *Adolescent Growth and Motor Performance: a longitudinal study of belgian boys*. Champaign: Human Kinetics, 1988.
- BEUNEN, G., BAXTER- JONES, A.D.; MIRWALD, R.L.; THOMASI, M.; LEFEVRE, J.; MALINA, R.M.; BAILEY, D.A. Intraindividual allometric development of aerobic power in 8- to 16 year-old boys. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; Vol. 33, No. 3, p. 503- 510, 2002.
- BINKHORST, R.A; VAN'T HOLF, M.A; NOORDELOOS, A. Max-O₂ reference values for children in relation to body mass. In.: BINKHORST, R.A, KEMPER, H.C.G., SARIS W.H.M. (ed.). *Children and Exercise XI*. Champaign: Human Kinetics, p.170¹74, 1985.
- BLAIR, S.N., KOHL, H.W., GORDON, N.F.; PAFFENBARGER, R.S. How much Physical activity is good for health? *Annals Public Health*, v.13, p.99¹26, 1992.
- BOISSEAU, N.; DELAMARCHE, P. Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. *Sports Medicine*. 30:405-422, 2000.
- BROOKS, G.A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Medicine and Science and Sports in Exercise*. Feb;17(1):22-34, 1985.
- COLLINS, M.A.; CURETON, K.J.; HILL, D.W.; RAY, C.A. Relationship of heart rate to oxygen uptake during weight lifting exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*., v.23, n.5, p.636-40, 1991.
- COOPER, D. M.; WEILER-RAVELL, D.; WHIPP, B. J.; WASSERMAN, K. Aerobic parameters of exercise as a function of body size during growth in children. *Journal of Applied Physiology*. 56: 628-634, 1984.
- CORBIN, C. B. Physical Education as an Agent of Change. *Quest*. n.54, p. 182¹95, 2002.
- CUMMING, G.R.; EVERATT, D.; HASTMAN, L. Bruce treadmill test in children: normal values in a clinic population. *American Journal Cardiology*. Jan;41(1):69-75, 1978.
- CURETON, K.J.; BOILEAU, R.A.; LOHMAN, T.G.; MISNER, J.E. Determinants of distance running performance in children: analysis of a path model. *Research Quarterly*. May; 48(2):270-9, 1977.
- CURETON, K.J., SLONIGER, M.A.; BLACK, D.M.; McCORMACK, W.P.; ROWE, D.A. Metabolic determinants of de ago-related improvement in 1-mile run/walk performance in youth. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol 29, N 2, p. 259-267, 1997
- DANIELS, J.T.; YARBROUGH, R.A.; FOSTER, C. Changes in VO₂ max and running performance with training. *European Journal of Applied Physiology*. Oct 20;39(4):249-54, 1978.
- DAVIS, J.A.; VODAK, P.; WILMORE, J.H.; VODAK, J.; KURTZ, P. Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three modes of exercise. *Journal of Applied Physiology*. Oct;41(4):544-50, 1976.
- DE ROSE, E.H.; RIBEIRO, J.P. Determinação do consumo máximo de oxigênio e prescrição do treinamento aeróbico. In.: FACULDADE DE MOTRICIDADE HUMANA. Lisboa, Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, 1998. [*Volume de apoio à disciplina Biologia do treino*].
- DENADAI, B.S. et al. Limiar Anaeróbico: Considerações Fisiológicas e Metodológicas. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 74-88, 1995.
- DISCH, J.; FRANKIEWICZ, R.; JACKSON, A. Construct validation of distance run tests. *Research Quarterly*. May;46(2):169-76, 1975.

- DOURADO, A.C. Validação do Teste YO-YO (ida e volta) intermitente de resistência aeróbia para jogadores de futebol. Dissertação de Mestrado. São Paulo: USP, 2001.
- DUARTE, C.R.; DUARTE, M.F.S. Validade do teste aeróbico de vai-e-vem de 20 metros. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. v. 9, n. 3, p. 07¹4, 2001.
- EISENMANN, J.C.; PIVARNIK, J.M.; MALINA, R.M. Scaling peak VO₂ to body mass in young male and female distance runners, *Journal of Applied Physiology* 90: 2172-2180, 2001.
- EISENMANN, J.C.; WICKEL, E.E.; WELK G.J.; BLAIR S.N. Relationship between adolescent fitness and fatness and cardiovascular disease risk factors in adulthood: the Aerobics Center Longitudinal Study (ACLS). *American Heart Journal*. Jan;149(1):46-53, 2005.
- ERIKSSON, B.O.; GOLLNICK, P.D.; SALTIN, B. Muscle metabolism and enzyme activities after training in boys 11¹3 years old. *Acta Physiologica Scandinavica*. Apr;87(4):485-97, 1973.
- ESPENSCHADE, A.S.; ECKERT, H.M. *Motor Development*. Columbus, Ohio, Charles E. Merrill Publishing Company, 1980,
- FALWKNER, S.G.; ARMSTRONG, N. Oxygen uptake kinetic response to exercise in children. *Sports Medicine*. 33 (9): 651-669, 2003.
- FARRELL, S.W.; IVY, J.L. Lactate acidosis and the increase in VE/VO₂ during incremental exercise. *Journal Applied Physiology*. Apr;62(4):1551-5, 1987.
- FISCHBEIN, S. Intra-pair similarity in physical growth of monozygotic and dizygotic twins during puberty. *Annals of Human Biology*. v.4, n.3, p.417-430, 1977.
- FRANCHINI, E.; TAKITO, M.Y.; LIMA, J.R.P.; HADDAD, S.; KISS, M.A.P.D.M.; REGAZZINI, M.; BÖHME, M.T.S. Características fisiológicas em testes laboratoriais e resposta da concentração de lactato sanguíneo em três lutas em judocas das classes juvenil-A, Junior e sênior. *Revista Paulista de Educação Física*, v.12, n.1, p.5¹6, 1998.
- FREEDSON, P.; KLINE, G.; PORCARI, J.; HINTERMEISTER, R.; McCARRON, R.; ROSS, J., WARD, A.; GURRY, M.; RIPPE, J. Criteria for defining VO₂ max: a new approach to na old problem. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.18, n.2, p.S36, 1986.
- GALLAHUE, D.L.; OZMUN, J.C. – *Compreendendo o Desenvolvimento Motor – Bebês, Crianças, Adolescentes e Adultos* – Ed. Phorte – São Paulo – SP - 2001
- GAYA, A.; CARDOSO, M.; SIQUEIRA, O.; TORRES, L. Crescimento e desempenho motor em escolares de 7 a 15 anos provenientes de famílias de baixa renda – Indicadores para o planejamento de programas de educação física voltados à promoção da saúde. *Movimento*, Porto Alegre, Especial, ano III, n.6, p.I-XXIV, 1997.
- GAYA, A.C.A.; SILVA, M. *Areia Branca: Um estudo multidimensional sobre escolares do município de Parobé*. Evergráfica Editora, 2003.
- GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. Educação Física Escolar: uma proposta de promoção da saúde. *APEF – Londrina*, v. 07, n. 14, p. 16-23, 1993.
- GUEDES, J.E.R.P.; GUEDES, D.P. Maturação biológica em crianças e adolescentes: um estudo de revisão. *Revista da Associação dos Professores de Educação Física de Londrina*, Vol. 10, nº. 18, 32-49, 1995.
- GUEDES, J.E.R.P, GUEDES, D.P. Influência da Prática de Atividade Física em Crianças e Adolescentes: Uma Abordagem Morfológica e Funcional. *Revista da Associação de Professores de Educação Física de Londrina*, Londrina, v. 10, n. 17, p. 03-25, 1995b.
- GUEDES, D.P.; GUEDES, J.E.P. *Crescimento, composição corporal e desempenho motor em crianças e adolescentes*. São Paulo: CLR Balieiro, 1997.

- GUTIN, B.; FOGLE, R.K.; STEWART, K. Relationship among submaximal heart rate, aerobic power, and running performance in children. *Research Quarterly*, v. 47, p. 536-540, 1976.
- HEBESTREIT, H.; STASCHEN, B.; HEBESTREIT, A. Ventilatory threshold: a useful method to determine aerobic fitness in children? *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Nov; 32(11): pp. 1964-9, 2000.
- HEIL, D.P. Body mass scaling of peak oxygen uptake in 20-to 79 yr old adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol. 29, No. 12, p. 1602-1608, 1997.
- JACKSON, A.S.; COLEMAN, A.E. Validation of distance run testes for elementary school children. *Research Quarterly*, v. 47, n. 1, p. 87-94, 1976.
- JANZ, K.F.; MAHONEY, L.T. Three-year follow-up of changes in aerobic fitness during puberty: the Muscatine Study. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. Mar;68(1): pp.1-9, 1997.
- JANZ, K.L.T.L.; WITI, B.J.D.; MAHONEY, L.T. Longitudinal analysis of scaling VO₂ for differences in body size during puberty: the Muscatine Study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol 30, No. 9. P. 1436-1444, 1998.
- KARLBERG, P.; TARANGER, J. Somatic development: an introduction. *Acta Paediatrica Scandinavica Supplement*, v.258, p. 5-6, 1976.
- KATZMARZYK, P.T.; CHURCH, T.S.; JANSSEN, I.; ROSS, R.; BLAIR, S.N. Metabolic syndrome, obesity, and mortality: impact of cardiorespiratory fitness. *Diabetes Care*. Feb;28(2):391-7, 2005.
- KAVEY, R.E.W.; DANIELS, S.R.; LAUER, R.M.; ATKINS, D.L.; HAYMAN, L.L.; TAUBERT, K. American Heart Association Guidelines for primary prevention for atherosclerotic cardiovascular disease beginning in childhood. *Circulation*, v. 107, p. 1562-66, 2003.
- KEMPER, H.C.G.; VERSCHUUR, R.; ESSEN, L.S.; AALST, R.V. Longitudinal Study of maximal Aerobic Power in Boys and Girls From 12 to 23 Years of Age. In: RUTENFRANZ, J.; MOCELLIN, R.; KLIMT, F. *Children and Exercise XII*. International Series on Sport Sciences, v. 17. Illinois, Champaign, Human Kinetics Books, 1986.
- KEMPER, H.C.G.; VERSCHUUR, R. Maximal Aerobic Power in 13- and 14-Year-Old Teenagers in Relation to Biologic Age. *International Journal Sports Medicine*. v.2, n.2, 1981.
- KRAHENBUHL, G.S.; PANGRAZI, R.P.; BURKETT, L.N.; SCHNEIDER, M.J.; PETERSEN, G.W. Field estimation of VO₂ max in children eight years of age. *Medicine and Science in Sports*. v. 9, n. 1, p. 37-40, 1977.
- KRAHENBUHL, G.S.; PANGRAZI, R.P.; PETERSEN, G.W.; BURKETT, L.N.; SCHNEIDER, M.J. Field testing of cardiorespiratory fitness in primary children. *Medicine and Science in Sports*. v. 10, n. 3, p. 208-213, 1978.
- KRAHENBUHL, G.S.; PANGRAZI, R.P. Characteristics associated with running performance in young boys. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.15(6):486-90, 1983.
- KRAHENBUHL, G.S.; SKINNER, J.S.; KOHRT, W.M. Developmental aspects of maximal aerobic power in children. *Exercise Sport Science Review*. 13:503-38, 1985.
- KRAHENBUHL, G.S.; MORGAN, D.W.; PANGRAZI, R.P. Longitudinal changes in distance-running performance of young males. *Int J Sports Med*. Apr;10(2): pp.92-6, 1989.
- KRAHENBUHL, G.S.; PANGRAZI, R.P.; STONE, W.J.; MORGAN, D.W.; WILLIAMS, T. Fractional utilization of maximal aerobic capacity in children 6 to 8 years of age. *Pediatric Exercise Science*, n°1, pp. 271-77, 1989b
- KRAHENBUHL, G.S.; WILLIAMS, T.J. Running economy: changes with age during childhood and adolescence. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Apr;24(4):462-6, 1992.

LÉGER, L.; BOUCHER, R. An indirect continuous running multistage field test: the Université de Montreal track test. *Canadian Journal Applied Sport Science*, v.5, n.2, p.77-84, 1980.

LÉGER, L. A. Aerobic Performance. In.: DOCHERTY, D. *Measurement in Pediatric Exercise Science*. Illinois, Champaign, Human Kinetics Books, 1996.

LIU, N. Y. S.; PLOWMAN, S.A.; LOONEY, M. A. The reliability and validity of the 20-meter shuttle run test in American students 12 to 15 years old. *Reserch Quarterly for Exercise and Sport*. v. 63, n. 4, p. 360-365, 1992.

LOFTIN, M.; SOTHERN, M.; TROSCLAIR, L.; HANLON, A.O.; MILLER, J.; UDALL, J. Scaling VO₂ peak in obese and non-obese girls. *Obesity Research*. May;9(5):290-6, 2001.

MACDOUGALL, J.D.; ROCHE, P.D.; BAR-OR, O.; MOROZ, J.R. Maximal aerobic capacity of Canadian schoolchildren: prediction based on age-related oxygen cost of running. *International Journal Sports Medicine*. Aug;4(3):194-8, 1983.

MADER, A.; HECK, H. A theory of the metabolic origin of "anaerobic threshold". *International Journal Sports Medicine*. Jun; 7 Suppl 1: pp. 45-65, 1986.

MAFFULLI, N. et al. Indices of sustained aerobic power in Young middle distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v. 23, n. 8, p. 1090-1096, 1991.

MAHAR, M.T.; ROWE, D.A.; PARKER, R.C.; MAHAR, F.J.; DAWSON, D.M.; HOLT, J.E. Criterion-referenced and norm-referenced agreement between the mile run/walk and PACER. *Measurement in physical education end exercise science*. 1(4), 245-258, 1997.

MAIA, J. - Avaliação da Aptidão Física - aspectos metodológicos e analíticos – Revista de Educação Física e Desporto - *Horizonte* - vol. XI - n 65 - janeiro/fevereiro – 1995.

MAIA, J. – *Sebenta da Cadeira de Desenvolvimento Motor*. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade do Porto – Portugal, 2000.

MAIA, J.; LOPES, V.P.; et al. *Estudo do crescimento somático, aptidão física, actividade física e capacidade de coordenação corporal de crianças do 1º ciclo do ensino básico da região Autónoma dos Açores*. Ed. Multitema, FECEDEF, 2002.

MAIA, J.; PRISTA, A.; MARQUES, A.; LOPES, V.; SARANGA, S. Estudo univariado e multivariado dos níveis de aptidão física. Efeitos da maturação biológica, do tamanho do corpo, do estatuto sócio-econômico e da percentagem de gordura corporal. In. PRISTA, A.; MAIA, J., SARANGA, S.; MARQUES A. *Saúde, Crescimento e Desenvolvimento. Um Estudo Epidemiológico em Crianças e Jovens de Moçambique*. Lisboa. Ed. Multitema, 2002b.

MALINA, R.M.; BOUCHARD, C. *Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação*. São Paulo: editora Rocca, 2002.

MALINA, R.M.; BOUCHARD, C. *Growth, Maturation and Physical Activity*. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois, 1991.

MATSUDO, V. K. R. *Crítérios Biológicos para Diagnóstico, Prescrição e Prognóstico de Aptidão Física em Escolares de 7 a 18 Anos de Idade*. (Tese de Livre Docência) Rio de Janeiro: Universidade Gama Filho, 1992.

MATSUDO, S. M. M.; MATSUDO, V. K. R. Validade de auto-avaliação na determinação da maturação sexual. *Revista Brasileira da Ciência e Movimento*. São Caetano do Sul. Vol. 5, nº. 2, 18-35, 1991

McARDLE, W.D., KATCH, F.I. KATCH, V.L. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 4.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1998.

MCCORMACK, W.P.; CURETON, K.J.; BULLOCK, T.A.; WEYAND, P.G. Metabolic determinants of 1-mile run/walk performance in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. May;23(5):611-7, 1991.

- MCMURRAY, R.G.; HARRELL, J.S.; BRADLEY, C.B.; DENG, S.; BANGDIWALA, S.I. Predicted maximal aerobic power in youth is related to age, gender, and ethnicity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Jan;34(1):145-51, 2002.
- METZ, K.F.; ALEXANDER, J.F. An investigation of the relationship between maximum aerobic capacity and physical fitness in twelve to fifteen-years-old boys. *Research Quarterly*. 41:75-82, 1970.
- MIRWALD, R.L.; BAILEY, D.A. *Maximal Aerobic Power*. London, Ontario. Sports Dynamics Publishers, 1986.
- MORGAN, D.W.; CRAIB, M. Physiological aspects of running economy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol. 24, n° 2, pp. 456-461, 1992.
- MORGAN, D.W.; DANIELS, J.T. Relationship between VO₂max and the aerobic demand of running in elite distance runners. *International Journal Sports Medicine*. Oct;15(7):426-9, 1994.
- MORGAN, D.W.; TSEH, W.; CAPUTO, J. L.; CRAIG, I. S.; KEEFER, D. J.; MARTIN P. E. Sex differences in running economy in young children. *Pediatric Exercise Science*. 11, pp: 122-129, 1999.
- NAHAS, M.V.; CORBIN, C.B. Aptidão física e saúde nos programas de Educação Física: desenvolvimentos recentes e tendências internacionais. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, São Caetano do Sul, v.6, n.2, p.47-58, abril 1992.
- NEVILL A.M.; HOLDER R.L. Scaling, normalizing, and per ratio standards: an allometric modeling approach. *Journal of Applied Physiology* 79: 1027-1031, 1995.
- NEVILL, A.; ROWLAND, T.; GOFF, D.; MARTEL, L.; FERRONE, L. Scaling or normalising maximum oxygen uptake to predict 1-mile run time in boys. *European Journal of Applied Physiology*. Jul;92(3):285-8, 2004.
- NEVILL, A.M. The need to scale for differences in body size and mass: an explanation of Kleiber's 0,75 mass exponent *Journal of Applied Physiology* 77: 2870-2873, 1994.
- NEVILL, A.M.; RAMSBOTTOM, R.; WILLIAMS, C. Scaling physiological measurements for individuals of different body size. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*.65(2):110-7, 1992.
- PEKKA, K. Testing the allometric scaling laws. *Journal of Theoretical Biology* 228: 149-153, 2004.
- PESTANA, M.H.; GAGEIRO, J.N. *Análise de Dados para Ciências Sociais – A Complementariedade do SPSS*. Ed. Silabo. 3ª edição. Lisboa, 2003.
- PETTERSEN, S.A.; FREDRIKSEN, P.M.; INGJER, E. The correlation between peak oxygen uptake (VO_{2peak}) and running performance in children and adolescents. Aspects of different units. *Scandinavian Journal of Medicine Science and Sports*. Aug;11(4):223-8, 2001.
- POWERS, K.S.; HOWLEY, E.T. *Fisiologia do Exercício: Teoria e aplicação ao condicionamento e desempenho*. 3ª ed. Manole, 2000,
- PRISTA, A.; MAIA, J.; SARANGA, S.; MARQUES, A. Crescimento somático na população escolar de Maputo: tendências e significado bio-social. In.: PRISTA, A.; MAIA, J.; SARANGA, S.; MARQUES, A. *Saúde, Crescimento e Desenvolvimento: Um estudo epidemiológico em crianças e jovens de Moçambique*. Multitema. 2002.
- PROESP-BR. GAYA, A.C. *Projeto Esporte Brasil, PROESP-BR: Indicadores de Saúde e de Desempenho Esportivo em Crianças e Jovens*. Ministério do Esporte e Turismo, Centro UFRGS de Excelência Esportivo. Porto Alegre, 2000,

- REYBROUCK, T.; WEYMANS, M.; STIJNS, H.; KNOPS, J.; VAN DER HAUWAERT, L. Ventilatory anaerobic threshold in healthy children. Age and sex differences. *European Journal Applied Physiological Occupation Physiology*. 54(3):278-84, 1985.
- ROSS, J.G.; GILBERT, G.G. The National Children and Youth Fitness Study: A Summary of Findings. *JOPERD*, v. 56, n. 1, p. 45-50, 1985.
- ROWLAND, T. W. *Exercise and Children's Health*. Illinois, Champaign, Human Kinetics Books. 1990,
- ROWLAND, T.W. Aerobic exercise testing protocols. In.: ROWLAND, T.W., ed. *Pediatric laboratory exercise testing: clinical guidelines*. Champaign, Human Kinetics, p.19-41, 1993.
- ROWLAND, T.W. *Developmental exercise physiology*. Champaign, Human Kinetics, 1996.
- RUTENFRANZ, J.; ANDERSEN, L.K.; SELIGER, V.; ILMARINEN, J.; KLIMMER, F.; KYLIAN, H.; RUTENFRANZ, M.; RUPPEL, M. Maximal aerobic power affected by maturation and body growth during childhood and adolescence. *European Journal Pediatric*. Oct;139(2):106⁻¹², 1982.
- SAFRIT, M.J.; WOOD, T.M. *Introduction to measurement in physical education and exercise science*. 3.ed. St. Louis, Mosby, 1995.
- SAGAN, C. *O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro*. São Paulo: Companhia de Letras, 1996.
- SAWADA, S.S.; LEE, I.M.; MUTO, T.; MATUSZAKI, K.; BLAIR, S.N. Cardiorespiratory fitness and the incidence of type 2 diabetes: prospective study of Japanese men. *Diabetes Care*. Oct;26(10):2918-22, 2003.
- SAWADA, S.S.; MUTO, T.; TANAKA, H.; LEE, I.M.; PAFFENBARGER, R.S.Jr.; SHINDO, M.; BLAIR, S.N. Cardiorespiratory fitness and cancer mortality in Japanese men: a prospective study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Sep;35(9):1546-50, 2003b.
- SIMON, J.; YOUNG, J.L.; BLOOD, D.K.; SEGAL, K.R.; CASE, R.B.; GUTIN, B. Plasma lactate and ventilation thresholds in trained and untrained cyclists. *Journal of Applied Physiology*. Mar;60(3):777-81, 1986.
- SJODIN, B.; SVEDENHAG, J. Oxygen uptake during running as related to body mass in circumpubertal boys: a longitudinal study. *European Journal Applied Physiology Occupation Physiological*. 65(2):150-7, 1992.
- SOLBERG G.; ROBSTAD, B.; SKJONBERG, O.H.; BORCHSENIUS, F. Respiratory gas exchange indices for estimating the anaerobic threshold. *Journal of Sports Science and Medicine*. Vol. 4, n° 1, pp. 29-36, 2005.
- SPARLING, P.B.; CURETON, K.J. Biological determinants of the sex difference in 12-min run performance. *Medicine and Science and Sports in Exercise*. 15(3):218-23, 1983.
- SPRYNAROVA, S.; PARIZKOVA, J.; BUNC, V. Relationships between body dimensions and resting and working oxygen consumption in boys aged 11 to 18 years. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 56(6):725-36, 1987.
- STEINBERGER, J.; DANIELS, S.R. Obesity, Insuline Resistance, Diabetes, and Cardiovascular Risk in Children: An American Heart Association Scientific Statement From the Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in Young Committee (Council on Cardiovascular Disease in the Young) and the Diabetes Committee (Council in Nutrition, Physical Activity, and Metabolism). *Circulation*, v. 107, p. 1448⁻¹453, 2003.
- SWAIN, D.P.; ABERNATHY, K.S.; SMITH, C.S.; LEE, S.J.; BUNN, S.A. Target heart rates for the development of cardiorespiratory fitness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.26, n.1, p.112-6, 1994.
- TANNER, J. *Growth at adolescence*. Blackwell Scientific Publication. Oxford, 1962.
- TOURINHO FILHO, H.; TOURINHO, L.R. Crianças, Adolescentes e Atividade Física: Aspectos Maturacionais e Funcionais. *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 71-84, jan/jun. 1998.

- Van MECHELEN, W.; HLOBIL, H.; KEMPER, H.C. Validation of two running tests as estimates of maximal aerobic power in children. *European Journal Applied Physiology Occupation Physiological* 55(5):503-6, 1986.
- VAN PRAAGH, E.; DORE, E. Short-term muscle power during growth and maturation. *Sports Medicine*. 32:701-728, 2002.
- VAN DERBURGH, P.M.; KATCH, F.I. Ratio scaling of VO₂max penalizes women with larger percent body fat, not lean body mass. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol. 28, No. 9, p. 1204¹208, 1996.
- VODAK, P.A.; WILMORE, J.H. Validity of the 6-minute jog-walk and the 600-yard run-walk in estimating endurance capacity in boys, 9¹2 years of age. *Research Quarterly*. May;46(2):230-4, 1975.
- WALSH, M.L.; BANISTER, E.W. Possible mechanisms of the anaerobic threshold. A review. *Sports Medicine*. May;5(5): pp. 269-302, 1988.
- WASHINGTON, R.L. Anaerobic threshold in children. *Pediatric Exercise Science*. n.1, p. 244-256, 1989.
- WEINECK, J. *Biologia do Esporte*. Ed. Manole, São Paulo, 1991.
- WEINECK, J. *Treinamento Ideal*: Instruções técnicas sobre o desempenho fisiológico, incluindo considerações específicas de treinamento infantil e juvenil. Ed. Manole, São Paulo, 1999.
- WELSMAN, J.R.; ARMSTRONG, N.; NEVILL, A.M.; WINTER, E.M.; KIRBY, B.J. Scaling peak VO₂ for differences in body size. *Medicine and Science in Sports and Exercise* Vol. 28, no. 2, p.259-265, 1996.
- WILLIAMS, C.L.; HAYMAN, L.L.; DANIELS, S.R.; ROBINSON, T.N.; STEINBERGER, J.; PARIDON, S.; BAZZARRE, T. Cardiovascular Health in Childhood: A Statement for Health Professionals From the Committee on Atherosclerosis, Hypertension, Obesity in the Young (AHOY) of the Council on Cardiovascular Disease in Young, American Heart Association. *Circulation*, v. 106, p. 143¹60, 2003.
- WILLIAMS, C.A.; CARTER, H.; JONES, A.M.; DOUST, J.H. Oxygen uptake kinetics during treadmill running in boys and men. *Journal of Applied Physiology*. May;90(5):1700-6, 2001.
- WINTER, E.M.; NEVILL, A.M. Scaling adjusting for differences in body size. In: ESTON, R.; REILLY, T. (eds). *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual*: tests procedures and data. p.321-335. E F Spon. London. 1996.
- WOYNAROWSKA, B. The validity of indirect estimations of maximal oxygen uptake in children 11¹2 years of age. *European Journal Applied Physiology Occupation Physiological*. Feb;43(1):19-23, 1980.

ANEXO

TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Prezados Pais ou Responsáveis

Na atualidade há uma preocupação por parte de pesquisadores da área da saúde com a qualidade de vida e, principalmente, com a *aptidão cardiorrespiratória* de crianças e jovens. Pelo grau de importância que a aptidão cardiorrespiratória vem assumindo no desenvolvimento de indivíduos no período da infância e adolescência, pesquisadores da área da Educação Física tem redobrado esforços na elaboração de testes que meçam de forma rigorosa a condição cardiorrespiratória.

Neste contexto, gostaríamos de pedir sua autorização, para que seu filho(a) possa participar de uma pesquisa, cujo objetivo é *propor o teste de corrida/caminhada de 6 minutos, para avaliação da aptidão cardiorrespiratória de crianças e adolescentes com idades entre 10 e 15 anos.*

De acordo com a metodologia a ser desenvolvida, o aluno participará do estudo em duas etapas: na primeira etapa **realizada na própria escola**, será avaliado o teste de corrida/caminhada de 6 minutos; a segunda etapa será **realizada no laboratório de pesquisa do exercício (LAPEX) da EsEF-UFRGS**, onde serão avaliadas as medidas de massa corporal (peso); estatura; dobras cutâneas; maturação biológica; e o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$). Alguns dos alunos, escolhidos aleatoriamente, repetirão o teste de 6 minutos, a fim de definir a confiabilidade dos resultados.

Cabe aqui salientar que todos os testes propostos acima são comumente utilizados, sendo que os jovens necessitam apenas estarem aptos a realizarem exercícios físicos, nos mesmos moldes das aulas de Educação Física na escola.

Em todas as etapas deste estudo, seu filho(a) será acompanhado pelo responsável da pesquisa e pela equipe de avaliação do LAPEX. Os testes realizados na escola terão o acompanhamento do professor de Educação Física, sendo permitido o acompanhamento dos pais ou responsáveis nas duas fases da pesquisa.

Para seu conhecimento, ressaltamos que estas informações terão um único propósito, o desenvolvimento desta pesquisa, garantindo desta forma o *anonimato* e o *sigilo* da identidade de seu filho(a).

A participação do aluno na pesquisa será voluntária, onde este, não será obrigado a realizar todas as avaliações, podendo interromper ou cancelá-las a qualquer momento. A participação de seu filho(a) em todos os procedimentos da pesquisa não implicará no

pagamento de qualquer taxa. Salienta-se que na segunda etapa da pesquisa, os custos de transporte serão pagos pelo pesquisador.

Os alunos serão orientados para realizarem os testes de acordo com suas capacidades físicas. Evidentemente, tratando-se de exercícios físicos, podem aparecer no transcorrer ou após as avaliações, alguns desconfortos como cansaço, cãibra ou dores musculares, estando os alunos, no período de avaliação, sobre amparo da equipe do LAPEX. Ao final do processo de coleta de dados, será fornecido um relatório individual constando além dos resultados das avaliações realizadas, o panorama dos níveis de saúde de seu filho(a).

Este projeto tem a aprovação do COMITE DE ÉTICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

Meu nome é Thiago Lorenzi, sou estudante (mestrando) do Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física da UFRGS e estas avaliações serão de fundamental importância na minha dissertação de mestrado. Este trabalho tem a orientação do professor Adroaldo Gaya. Desta forma, nos colocamos a disposição para quaisquer esclarecimentos desejados pelo telefone (51) 98142858 ou pelo endereço eletrônico *thiagolorenzi@terra.com.br*

Thiago Del Corona Lorenzi

Adroaldo Cezar Araújo Gaya

De acordo com o esclarecido, eu _____
autorizo meu filho(a) _____ a
participar da pesquisa intitulada ***“Validação do Teste de Corrida/caminhada de 6 Minutos: Predição do Consumo Máximo de Oxigênio em Crianças e Adolescentes”***, estando devidamente informado sobre os objetivos do estudo.

Data ____/____/2005.

Assinatura pai/mãe ou responsável