

**COMPARAÇÃO ENTRE VELOCIDADE NO LIMIAR ANAERÓBICO E VELOCIDADE CRÍTICA EM CORREDORES MEIO-FUNDISTAS**

*COMPARISON BETWEEN VELOCITY AT THE ANAEROBIC THRESHOLD AND CRITICAL VELOCITY IN MIDDLE DISTANCE RUNNERS*

Cristhian Ferreira<sup>1</sup>  
Vinícius Machado de Oliveira<sup>1</sup>  
Timothy Gustavo Cavazzotto<sup>2</sup>  
Marcos Roberto Queiroga<sup>2</sup>  
Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga<sup>3</sup>  
Marcus Peikriszwili Tartaruga<sup>1,3</sup>

**RESUMO**

Apesar de ser um parâmetro importante na avaliação do desempenho aeróbico, o limiar anaeróbico (LAn) envolve abordagem invasiva e de alto custo. Neste sentido, a velocidade crítica (VC) surge como um método substituto para a determinação indireta da velocidade correspondente ao LAn (vLAn). Muitos estudos investigam a aplicação do método da VC em corredores fundistas. Entretanto, poucos comparam a vLAn com velocidades críticas (VCs) em corredores de meio-fundo. O objetivo foi comparar a vLAn com VCs em corredores meio-fundistas. A amostra foi composta por nove corredores voluntários meio-fundistas (idade: 30±5 anos; massa corporal: 75,1±3,9 kg; VO<sub>2máx</sub>: 56,7±4,8 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) com mais de dois anos de experiência em provas de 800 e 1.500 m. Os participantes foram submetidos a dois protocolos de avaliação para a determinação das VCs nas combinações: VC1 (100; 200; 400 m); VC2 (100; 200; 800 m); VC3 (200; 400; 800 m); VC4 (100; 400; 800 m) e da vLAn, mediante

---

<sup>1</sup> Laboratório de Biomecânica, UNICENTRO, Guarapuava/PR - Brasil

<sup>2</sup> Laboratório de Fisiologia do Exercício, UNICENTRO, Guarapuava/PR - Brasil

<sup>3</sup> Laboratório de Pesquisa do Exercício, UFRGS, Porto Alegre/RS – Brasil

Universidade Estadual do Centro-Oeste – Campus CEDETEG

Departamento de Educação Física / Laboratório de Biomecânica

Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 – 85040-080, Guarapuava – PR

Telefone: +55(42)3629-8172

E-mail: cristhian.ferreira\_edf@hotmail.com

protocolo de Lactato Mínimo. Os teste de Shapiro-Wilk foi adotado para a determinação da normalidade dos dados. Para a comparação entre as médias da vLAn e as VCs foi utilizado o teste t de *Student* dependente e para verificar as relações o coeficiente de correlação linear de *Pearson* ( $r$ ). Não foram encontradas diferenças significativas entre a vLAn ( $5,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) e as VCs; VC1 ( $5,7 \pm 0,78 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $p=0,054$ ;  $r=0,38$ ), VC2 ( $5,3 \pm 0,94 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $p=0,64$ ;  $r=0,38$ ), VC3 ( $5,1 \pm 1,12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $p=0,86$ ;  $r=0,51$ ) e VC4 ( $5,2 \pm 0,95 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $p= 0,95$ ;  $r=0,37$ ). Pode-se concluir que as VCs, principalmente na combinação de 200, 400 e 800 m, podem ser utilizadas na avaliação do desempenho físico aeróbico de corredores meio-fundistas, especialistas em provas de 800 - 1.500 m.

**Palavras-chave:** Avaliação Física; Corrida; Desempenho; Lactato; Meio-Fundo.

**ABSTRACT:**

Despite being an important parameter in the evaluation of the physical performance, the anaerobic threshold (AT) involves an invasive and high cost approach, being the critical velocity (CV) a reliable and accessible method for indirect determination of the velocity corresponding at AT (vAT). There are many studies that have investigated the application of the method of CV in distance runners. However, there are few studies comparing the vAT with critical velocity (CVs) in middle distance runners. The objective was to compare the vAT with CV in middle distance runners. Nine male middle distance runners (age:  $30 \pm 5$  years; body mass:  $75.1 \pm 3.9$  Kg;  $VO_{2\text{máx}}$ :  $56.7 \pm 4.8$  mlO<sub>2</sub>·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>), with more than two years of professional experience in 800 - 1.500 m, were selected as volunteers. They were asked to perform two protocols of evaluation for the determination of CVs in combination CV1 (100; 200; 400 m); CV2 (100; 200; 800 m); CV3 (200; 400; 800 m); CV4 (100; 400; 800 m) and vAT, through the lactate minimum protocol. It was verified the normality of data through Shapiro Wilk test. For the comparison between the averages of vAT and CVs it was performed the test t of *Student* for dependent samples and to verify their relation, the coefficient of linear determination of *Pearson* (*r*). There were no significant differences between the values of vAT ( $5.1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) and CVs; CV1 ( $5.7 \pm 0.78$  m·s<sup>-1</sup>;  $p=0.054$ ;  $r=0.38$ ), CV2 ( $5.3 \pm 0.94$  m·s<sup>-1</sup>;  $p=0.641$ ;  $r=0.38$ ), CV3 ( $5.1 \pm 1.12$  m·s<sup>-1</sup>;  $p=0.864$ ;  $r=0.51$ ) e CV4 ( $5.2 \pm 0.95$  m·s<sup>-1</sup>;  $p= 0.95$ ;  $r=0.37$ ). Therefore, we concluded that CVs, especially in the combination of 200, 400 and 800 m, can be used to assess the aerobic performance of middle distance runners, specialists in 800 - 1.500 m.

**Key Words:** Physical Evaluation; Running; Performance; Lactate, Middle Distance.

## INTRODUÇÃO

O programa de treinamento é um dos principais aspectos para a melhora do desempenho físico<sup>1</sup> e sua individualização depende da avaliação das capacidades físicas (i. e., velocidade, agilidade, força, equilíbrio, flexibilidade, coordenação motora e resistência) e da determinação da aptidão aeróbica, p. e., do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) e do limiar anaeróbico (LAn)<sup>2</sup>. Apesar de boas correlações do  $VO_{2máx}$  e do LAn com o desempenho em provas de *endurance*<sup>3</sup> todavia o acesso a laboratórios e, conseqüentemente, a equipamentos específicos, associado a questões financeiras, dificulta a realização de testes invasivos para grande parte da população<sup>2</sup>.

O teste de potência crítica (PC), originalmente desenvolvido por Monod e Scherrer<sup>4</sup> e, posteriormente, modificado por Moritani et al.<sup>5</sup> para aplicação em cicloergômetro, tem sido utilizado como um protocolo não-invasivo de fácil aplicabilidade na determinação das capacidades aeróbica e anaeróbica<sup>6</sup>. A base para o conceito da PC provém da existência de uma relação hiperbólica entre carga de trabalho e o tempo que cada carga é sustentada<sup>6</sup>. Em teoria, o cálculo da PC possibilita a estimativa da máxima intensidade de trabalho muscular que poderia ser mantida indefinidamente sem ocorrência de fadiga<sup>4-6</sup>. Acima dessa intensidade limítrofe, haveria fadiga ocasionada pelo esgotamento da capacidade de trabalho anaeróbico<sup>7</sup>. Assim como ocorre com a PC, a capacidade de trabalho anaeróbico é estimada através da mensuração de trabalho, potência e tempo de esforço em testes com cargas constantes.

Desde o primeiro artigo elaborado por Scherer et al.<sup>8</sup> muitos outros têm sido dedicados à determinação da PC em diversos exercícios, predominantemente aeróbicos<sup>9</sup>. Um exemplo corresponde à velocidade crítica (VC), primeiramente aplicada na natação por Wakayoshi et al.<sup>10</sup> e, posteriormente, em diversas modalidades esportivas como na corrida<sup>11</sup>, no remo<sup>12</sup> e na canoagem<sup>13</sup>. Conforme com Wakayoshi et al.<sup>10</sup>, a VC corresponde a uma intensidade limítrofe de esforço que pode ser mantida com o estado estável de consumo de oxigênio e de lactato. Adicionalmente pode coincidir com a velocidade no LAn (vLAn) em outras modalidades esportivas<sup>14</sup>. Acima dessa intensidade, essas variáveis atingem valores de pico prenunciando a ocorrência de exaustão, situação que resulta no esgotamento total da capacidade de corrida anaeróbica, descrita como sendo a distância máxima que pode ser percorrida à custa do metabolismo anaeróbico<sup>15</sup>.

Na literatura, existem muitos estudos que analisaram a predição do desempenho aeróbico durante a corrida a partir do  $VO_{2máx}$  e do LAn. Estes estudos, entretanto, utilizando modelos de regressão simples ou múltipla, analisaram, no mesmo grupo de atletas, as relações entre os índices fisiológicos e o desempenho aeróbico em determinadas distâncias (frequentemente entre 3.000 e 10.000 m)<sup>16</sup>. Considerando-se esses estudos, tem-se proposto que a distância da prova e, portanto, a intensidade do exercício, pode influenciar as relações entre os índices fisiológicos e o rendimento aeróbico<sup>17</sup>. Apesar disso, poucos foram os estudos encontrados que procuraram relacionar a VC com a vLAn em corredores meio-fundistas, especialistas em provas de 800-1.500 m. Como o percentual de contribuição aeróbica (85 à 95%) é proporcionalmente bem diferente entre as provas de meia e longa-distância, principalmente entre 1.500 e 5.000 m<sup>18</sup>, nossa hipótese é que a VC para corredores meio-fundistas, especialistas em provas de 800-1.500 m, seja diferente das demonstradas na literatura para corredores fundistas (p. e., entre 3,4 e 5,5 ms<sup>-1</sup>)<sup>2</sup>.

Assim, objetivou-se neste estudo comparar a vLAn, determinada a partir do limiar de lactato, com velocidades críticas (VCs) de corredores meio-fundistas, especialistas em provas de 800-1.500 m.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo *Ex-Post Facto* de corte transversal no qual foram investigados nove corredores meio-fundistas (homens, idade: 30 ± 5 anos; massa corporal: 75,1 ± 3,9 kg; estatura: 1,65 ± 0,1 m; gordura corporal: 9 ± 2,9 %;  $VO_{2máx}$ : 56,7 ± 4,8 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>), com experiência mínima de 2 anos em provas de rendimento regionais e nacionais correspondentes a 800-1.500 m. Todos foram selecionados de forma aleatória, por voluntariedade, isentos de problemas físicos e de tratamento farmacológico.

O número amostral ( $n$ ) foi determinado com base nos estudos de Florence e Weir<sup>2</sup> e Tartaruga et al.<sup>13</sup>, através do programa *Computer Programs for Epidemiologic Analyses* (PEPI), adotando-se um nível de significância ( $\alpha$ ) de 0,05, um poder de 80% e um  $r$  de 0,7. Todos os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná - UNICENTRO (FR415245/2011).

As coletas dos dados de caracterização amostral foram realizadas no Laboratório de Biomecânica da UNICENTRO, utilizando-se uma esteira rolante (MOVEMENT®, modelo RT350; Pompéia, Brasil), uma balança com resolução de 0,1 kg e um estadiômetro acoplado (FILIZOLA, São Paulo, Brasil), uma fita métrica com comprimento de 2 m e resolução de 1 mm (STARRETT; São Paulo, Brasil) e um compasso de dobras cutâneas com resolução de 0,1 mm (CALIPER; Greenwood, EUA).

Primeiramente, foi realizada a mensuração dos dados de massa corporal, estatura e percentual de gordura corporal utilizando-se a balança, o estadiômetro, a fita métrica e o compasso de dobras cutâneas. Para essas medidas, os corredores estavam descalços, vestidos de um calção ou sunga. O percentual de gordura corporal foi calculado de acordo com os estudos de Siri<sup>19</sup> e Jackson e Pollock<sup>20</sup>. Todas as mensurações foram realizadas por um profissional de Educação Física com experiência em avaliações antropométricas. Na mesma sessão de avaliação, com o objetivo de caracterização, foi realizada a mensuração do  $VO_{2max}$  conforme o protocolo proposto por Ellestad<sup>21</sup>.

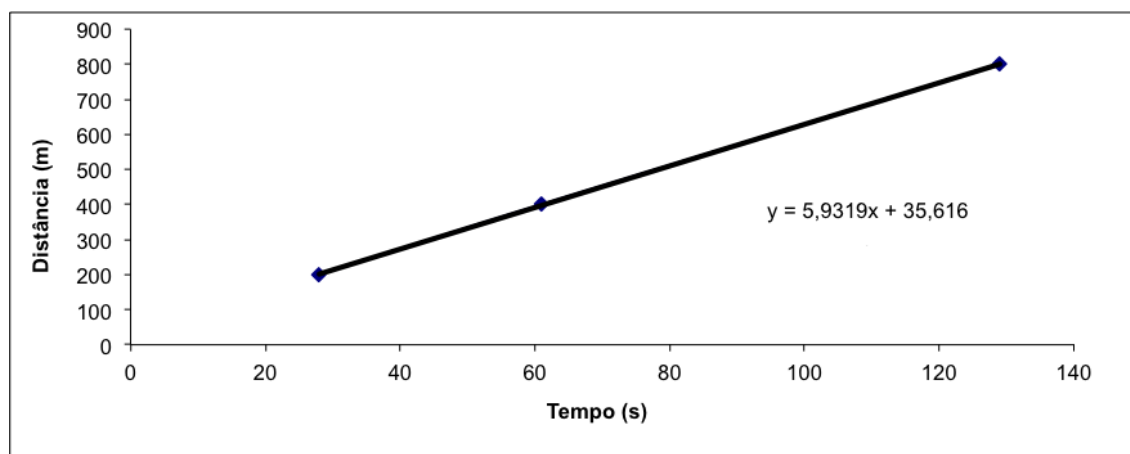
Posteriormente, em dias subsequentes, foi aplicado o protocolo invasivo de Lactato Mínimo proposto por Tegtbul et al.<sup>22</sup> para posterior determinação da vLAN. O mesmo foi realizado em uma pista de atletismo *indoor* localizada no município. Durante a sua realização, os sujeitos foram estimulados a ingerirem água.

Os voluntários realizaram uma corrida de 500 m em máxima velocidade com o objetivo de induzir a acidose láctica. Posteriormente, todos realizaram uma recuperação fisiológica passiva durante a qual foram coletadas amostras de sangue para análise da concentração de lactato sanguíneo. Para tanto, o lóbulo da orelha foi esterilizado e perfurado uma única vez com uma micro-lanceta estéril e, após punção no local, uma a duas gotas de sangue foram depositadas diretamente em um tira (BM-lactate Cobas® - Roche) para análise da concentração de lactato em um lactímetro com resolução de 0,8 - 22 mmol/L (ACCUTREND®; Roche – Basel, Suíça). A coleta de sangue foi realizada em repouso (pré-teste) e nos tempos 1º, 3º e 7º minutos após a corrida máxima. As altas concentrações de lactato demonstram que os atletas realizaram o teste em alta intensidade.

A segunda etapa, relacionada ao teste de Lactato Mínimo, consistiu da realização de cinco corridas consecutivas de 500 m em intensidades submáximas de esforço (50, 60, 70, 80 e 90%), com base no desempenho máximo inicial, sucedidas

de um intervalo de 1 minutos e 10 segundos, momento em que era realizada uma nova coleta amostral de sangue do lóbulo da orelha para análise da concentração de lactato sanguíneo. No contorno da pista foram fixados cones com o objetivo de auxiliarem no controle das velocidades submáxima de corrida, previamente informadas aos sujeitos. Todos os valores de lactato sanguíneo correspondentes a cada intensidade submáxima foram registrados em uma planilha do *Microsoft Excel* para a posterior determinação da velocidade de corrida correspondente ao momento de ocorrência do aumento substancial das concentrações de lactato.

Para o cálculo das VCs, 24 horas após o teste de Lactato Mínimo, foram adotadas as distâncias 100, 200, 400 e 800 m. Os sujeitos percorreram as quatro distâncias em máximo esforço, com intervalo de 3 min entre as mesmas, registrando-se os respectivos tempos para posterior determinação das VCs nas combinações VC<sub>1</sub> (100-200-400 m), VC<sub>2</sub> (100-200-800 m), VC<sub>3</sub> (200-400-800 m) e VC<sub>4</sub> (100-400-800 m). A VC, em cada uma das combinações, consistiu do coeficiente angular ( $a$ ) da equação da reta resultante da relação entre distância e tempo, determinada em uma planilha do *Microsoft Excel*. A figura 1 apresenta um gráfico da distância em função do tempo utilizado na determinação da VC<sub>3</sub> para um sujeito da amostra.



**Figura 1.** Determinação da velocidade crítica ( $a$ ) de um corredor meio-fundista.

Verificou-se a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk. Para comparação das médias entre a vLAN e as VCs foi aplicado o teste t de *Student* para amostras dependentes e, para a verificação da relação sem causa-efeito, o coeficiente de correlação linear de *Pearson* ( $r$ ), todos com  $\alpha$  de 0,05. Foi utilizado o pacote estatístico SPSS versão 20.0.

## RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentados os resultados das VCs e da vLAn. Pode-se observar que a combinação correspondente a VC<sub>1</sub> foi a que apresentou maior velocidade, seguida da VC<sub>2</sub>, VC<sub>4</sub> e VC<sub>3</sub>, sendo esta última semelhante a vLAn. Não foram verificadas diferenças significativas das VCs com a vLAn.

**Tabela 1.** Média e desvio-padrão das velocidades críticas (VCs) e da velocidade no limiar anaeróbico (vLAn) de 9 corredores meio-fundis

	Média	DP	<i>p</i>
VC <sub>1</sub> (100, 200 e 400 m)	5,7	0,78 m·s <sup>-1</sup>	0,057
VC <sub>2</sub> (100, 200 e 800 m)	5,3	0,94 m·s <sup>-1</sup>	0,660
VC <sub>3</sub> (200, 400 e 800 m)	5,1	1,12 m·s <sup>-1</sup>	0,842
VC <sub>4</sub> (100, 400 e 800 m)	5,2	0,95 m·s <sup>-1</sup>	0,798
vLAn	5,1	0,46 m·s <sup>-1</sup>	

Nota: velocidade no limiar anaeróbico (vLAn).  $\alpha = 0,05$ .

A tabela 2 apresenta os resultados da análise de correlação linear de *Pearson* entre as VCs e a vLAn. Pode-se verificar que a VC<sub>3</sub> foi a que apresentou maior relação com a vLAn, sugerindo que esta seja a combinação mais preditiva.

**Tabela 2.** Coeficientes de correlação (*r*) entre as velocidades críticas (VCs) e a velocidade no limiar anaeróbico (vLAn) de 9 corredores meio-fundistas.

	<i>r</i>
VC <sub>1</sub> (100, 200 e 400 m)	0,381*
VC <sub>2</sub> (100, 200 e 800 m)	0,382*
VC <sub>3</sub> (200, 400 e 800 m)	0,515*
VC <sub>4</sub> (100, 400 e 800 m)	0,375*

(\*) valores significativos ( $p \leq 0,05$ )

## DISCUSSÃO

O presente estudo objetivou comparar a vLAn, determinada a partir do limiar de lactato, com VCs de corredores meio-fundistas, especialistas em provas de 800 - 1.500 m. A finalidade foi validar um método indireto, mais acessível, para mensurar a vLAn e, conseqüentemente, auxiliar na predição do desempenho. A nossa hipótese foi de que existia uma VC semelhante a vLAn para corredores meio-fundistas, especialistas em provas de 800 - 1.500 m, diferente das VCs verificadas na literatura para corredores fundistas. Como resultado, observamos que as VCs, determinadas a



partir das combinações de três distâncias advindas de 100, 200, 400 e 800 m, podem ser utilizadas na predição da vLAn, principalmente quando adotadas as distâncias de 200, 400 e 800 m. Os resultados também demonstram uma tendência de superestimar a vLAn quando adotadas combinações compostas de curtas distâncias, como as de 100, 200 e 400 m (VC<sub>1</sub>).

Inicialmente, um aspecto que deve ser mencionado corresponde a contribuição relativa dos sistemas aeróbico e anaeróbico nas distâncias que foram adotadas no presente estudo. Embora existam críticas sobre a validade dos métodos que estimam a contribuição dos diferentes sistemas energéticos durante o exercício máximo e supramáximo, estudos recentes têm verificado que a contribuição aeróbica nos 1.500 m é superior a 84%, ultrapassando 95% na distância de 5.000 m<sup>18</sup>. Mesmo não sendo desprezível a contribuição anaeróbica nos 1.500 m, verifica-se um amplo predomínio aeróbico nesta prova. Em distâncias mais curtas, como nos 400 m (70 à 80%) a influência aeróbica diminui, como por exemplo, em corredores meio-fundistas (especialistas em provas de 800 à 3.000 m). Maiores velocidades no LAn e maiores valores de VC são verificados nesta população de corredores quando comparada a fundistas, resultante de uma maior utilização do sistema anaeróbico advinda de uma maior taxa metabólica.

Segundo Kokubun<sup>23</sup>, a VC, obtida na natação, não difere da vLAn, calculado por meio da concentração fixa de 4mM de lactato no sangue, em teste com velocidades progressivas. A correlação verificada entre essas duas variáveis foi alta ( $r > 0,8$ ). Além disso, a VC parece coincidir com o máximo estado de lactato medido diretamente<sup>23</sup>. Em corredores, Sid-Ali et al.<sup>24</sup> obtiveram resultados semelhantes aos de Kokubun<sup>23</sup>, além de demonstrarem que a VC corresponde a máxima intensidade a ser sustentada sem elevação do consumo de oxigênio até seu valor máximo. Porém, o significado da capacidade de corrida anaeróbica não está totalmente esclarecido, pois a correlação almejada entre esse índice e o pico de lactato plasmático, pós teste exaustivo, não tem sido confirmada em alguns estudos<sup>25</sup>. Apesar disso, a capacidade de corrida anaeróbica é considerado por muitos pesquisadores da área como um indicador do desempenho, o que justificaria a utilização da VC, assim como ocorre com o limiar de lactato e, também, com a vLAn.

Também na corrida, Kranenburg e Smith<sup>26</sup> verificaram em fundistas alta correlação com ( $r = 0,90$ ) entre a VC obtida em esteira-rolante e em pista, além da relação deste parâmetro com o desempenho de 10 km ( $r = 0,92$ ). Igualmente,

verificaram que distâncias superiores a 500 m podem ser consideradas melhores para a determinação da VC em corredores fundistas por não superestimarem os resultados. No nosso estudo, apesar de significativas, as correlações entre as VCs e a vLAn ( $r=0,38$  à  $r=0,51$ ) foram menores do que as apresentadas no estudo de Kranenburg e Smith<sup>26</sup>. Em contrapartida, a realização do protocolo de VC com a utilização de curtas distâncias, como o proposto no nosso estudo para corredores meio-fundistas, especialistas em provas de 800 – 1.500 m, pode facilitar a predição da vLAn sem que ocorra superestimativas. Provavelmente as diferenças nos resultados de correlação estejam relacionadas as menores distâncias adotadas no nosso estudo (i. e., 100, 200 e 400 m), justificadas por se tratar de corredores meio-fundistas, na qual o sistema anaeróbico possui maior contribuição no desempenho.

O teste do Lactato Mínimo é considerado por alguns autores como um método válido, reprodutível e confiável<sup>22</sup>, além de versátil, haja vista os estudos que recentemente vem adaptando-o às diversas modalidades esportivas cíclicas. Uma de suas vantagens em relação a outros testes é a fácil aplicação do método e a possibilidade de maior especificidade, já que é realizado no próprio ambiente de treinamento ou competição, em uma única sessão de teste, e com reduzido número de coletas sanguíneas. Somando-se a essas informações, vários estudos têm mostrado a validade do método de Lactato Mínimo na identificação da intensidade correspondente à Máxima Fase Estável de Lactato Sanguíneo e ao limiar anaeróbico, apesar das informações contraditórias com relação à sensibilidade do teste ao treinamento<sup>27</sup>.

Igualmente, o teste não-invasivo da VC parece ser, também, um método válido, reprodutível e confiável. Apesar disso, algumas recomendações devem de ser seguidas. Por exemplo, Bishop<sup>28</sup> recomenda a utilização de no mínimo dois testes para calcular a VC, onde os mesmos devem ter a duração mínima de 2 minutos, aonde a execução do teste não deve ultrapassar 20 minutos. Alguns autores sugerem determinar a VC utilizando a distância mínima de 800 m e comparar com os 1.500 m, ou utilizar os 1.500 m para correlacionar com os 5.000 m, indicando que a distância de 500 m não é eficaz para a determinação da VC em corredores fundistas. Porém, baseado nos resultados de outros estudos, (p. e., Simões et al.<sup>29</sup>) e do presente estudo, essas recomendações não se aplicam a corredores meio-fundistas.

Em um dos poucos estudos com corredores meio-fundistas, Simões et al.<sup>29</sup>, relacionando a VC com a vLAn, identificaram uma alta correlação, porém, uma

diferença significativa entre ambas as variáveis (4,9 e 4,7 m·s<sup>-1</sup>, respectivamente). Resultado semelhante foi observado no nosso estudo porém, sem diferenças significativas. Apesar disso, as VCs verificadas em ambos os estudos foram superiores a vLAn, o que demonstra que esta última pode ser superestimada em decorrência das distâncias adotadas no cálculo da VC, além de resultar em intensidades fisiológicas de treino superiores às adotadas em provas. Como consequência, alguns sinais subclínicos, que na maioria das vezes não são detectados, como alterações no controle neuromuscular e nos padrões de movimento, podem surgir<sup>30</sup>. Essas alterações podem interagir com suscetibilidades pré-existentes, proporcionando o mecanismo de lesão, ou reduzindo a chance de uma ação bem sucedida durante um evento de risco, justificando, dessa forma, a utilização de testes preditivos válidos. Por isso, a VC, também para corredores meio-fundistas, parece ser uma interessante ferramenta no acompanhamento das evoluções da vLAn ao longo do treinamento.

Os resultados obtidos indicam a possibilidade de dosar periodicamente a intensidade de treinamento dos atletas dentro de seu limites fisiológicos reais. Dessa forma, a utilização da VC nas combinações de distância correspondentes a 200, 400 e 800 m para corredores meio-fundistas, especialistas em prova de 800 – 1.500 m, não só possibilita a otimização do rendimento esportivo mas, também, pode complementar programas de prevenção de lesões.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base em nossos resultados, pode-se concluir que a determinação da vLAn de corredores meio-fundistas, especialistas em prova de 800 – 1.500 m, a partir da VC, é dependente das distâncias adotadas durante a realização do protocolo não-invasivo. Diferente do sugerido para corredores fundistas, recomenda-se, especificamente, adotar as velocidades de 200, 400 e 800 m para a determinação da VC em corredores meio-fundistas, especialistas em prova de 800 – 1.500 m, de maneira a otimizar o rendimento esportivo de forma eficaz e segura. Recomenda-se, entretanto, a realização de estudos que possam determinar diretamente outras variáveis preditoras do desempenho físico, como a Máxima Fase Estável do Lactato Sanguíneo em corredores meio-fundistas, bem como outras combinações de distâncias no que se refere a determinação da VC para esta população.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Araucária, especificamente ao programa PAICfa-UNICENTRO, pelo apoio financeiro dado a pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Buchheit M, Laursen PB, Millet GP, Pactat F, Ahmaidi S. Predicting intermittent running performance: critical velocity versus endurance index. *Int J Sports Med.* 2008;29:307-315.
2. Florence S, Weir JP. Relationship of critical velocity to marathon running performance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1997;75:274-278.
3. Smith CG, Jones AM. The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state velocity and lactate turnpoint velocity in runners. *Eur J Appl Physiol.* 2001;85:19-26.
4. Monod H, Scherrer J. The work capacity of synergic muscle group. *Ergonomics.* 1965;8:329-38.
5. Moritani T, Nagata A, deVries HA, Muro M. Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. *Ergonomics.* 1981;24:339-350.
6. Hill DW. The critical power concept. A review. *Sports Med.* 1993;16:237-254.
7. Silva LAd, Nakamura FY, de-Oliveira FR, Lima-Silva AE. Comparação entre velocidade crítica e limiar anaeróbico em corrida aquática. *Rev Bras Cine Des Hum.* 2006;8:59-66.
8. Scherrer J, Samson M, Paleologue A. Étude du travail musculaire et de la fatigue. *J Physiol.* 1954;46:887-916.
9. Vandewalle H, Vautier JF, Kachouri M, Lechevalier JM, Monod H. Work-exhaustion time relationships and the critical power concept. A critical review. *J Sports Med Phys Fitness.* 1997;37:89-102.
10. Wakayoshi K, Ikuta K, Yoshida T, Udo M, Moritani T, Mutoh Y, et al. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1992;64:153-157.

11. Bosquet L, Duchene A, Lecot F, Dupont G, Leger L. Vmax estimate from three-parameter critical velocity models: validity and impact on 800 m running performance prediction. *Eur J Appl Physiol.* 2006;97:34-42.
12. Hill DW, Alain C, Kennedy MD. Modeling the relationship between velocity and time to fatigue in rowing. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35:2098-2105.
13. Tartaruga MP, Vaz FF, Coertjens M, Schmitt CD, Tiggemann CL, Kruel LFM. Comparison between protocols for determination of the anaerobic threshold canoes. *Rev Ed Física.* 2009;145:21-27.
14. Dekerle J, Baron B, Dupont L, Vanvelcenaher J, Pelayo P. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. *Eur J Appl Physiol.* 2003;89:281-288.
15. Nakamura FY, Gancedo MR, Da Silva LA, Perrout JR, Kokubun D. Utilização do esforço percebido na determinação da velocidade crítica em corrida aquática. *Rev Bras Med Esporte.* 2005;11:1-5.
16. Tanaka K, Matsuura Y, Matsuzaka A, Hirakoba K, Kumagai S, Sun SO, et al. A longitudinal assessment of anaerobic threshold and distance-running performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1984;16:278-282.
17. Denadai BS, Ortiz MJ, Mello MTd. Índices fisiológicos associados com a “performance” aeróbia em corredores de “endurance”: efeitos da duração da prova. *Rev Bras Med Esporte.* 2004;10:401-404.
18. Billat LV. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. *Sports Med.* 2001;31:13-31.
19. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. *Nutrition.* 1993;9:480-491.
20. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 1978;40:497-504.
21. Ellestad MH, Allen W, Wan MC, Kemp GL. Maximal treadmill stress testing for cardiovascular evaluation. *Circulation.* 1969;39:517-522.
22. Tegtbur U, Busse MW, Braumann KM. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25:620-627.

23. Kokubun E. Velocidade crítica com estimador do limiar anaeróbio na natação. *Rev Paul Educ Fís.* 1996;10:5-20.
24. Sid-Ali B, Vandewalle H, Chair K, Moreaux A, Monod H. Lactate steady state velocity and distance-exhaustion time relationship in running. *Arch Int Physiol Biochim Biophys.* 1991;99:297-301.
25. Housh TJ, Devries HA, Housh DJ, Tichy MW, Smyth KD, Tichy AM. The relationship between critical power and the onset of blood lactate accumulation. *J Sports Med Phys Fitness.* 1991;31:31-36.
26. Kranenburg KJ, Smith DJ. Comparison of critical speed determined from track running and treadmill tests in elite runners. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28:614-618.
27. Jolly S. A critical view of critical velocity testing to predict performance. *J Sports Sci.* 2013;31:688-689.
28. Bishop D, Jenkins DG, Howard A. The critical power function is dependent on the duration of the predictive exercise tests chosen. *Int J Sports Med.* 1998;19:125-129.
29. Simoes HG, Denadai BS, Baldissera V, Campbell CS, Hill DW. Relationships and significance of lactate minimum, critical velocity, heart rate deflection and 3 000 m track-tests for running. *J Sports Med Phys Fitness.* 2005;45:441-451.
30. Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med.* 2005;39:324-329.