

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ASSOCIADO EM  
EDUCAÇÃO FÍSICA – UEM/UEL

FRANCISCO DE ASSIS MANOEL

---

**TREINAMENTO PRESCRITO PELA  
VELOCIDADE PICO E VELOCIDADE  
REFERENTE À OCORRÊNCIA DO  
CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO  
PARA CORREDORES DE *ENDURANCE*  
MODERADAMENTE TREINADOS**

---

Maringá  
2016

FRANCISCO DE ASSIS MANOEL

---

**TREINAMENTO PRESCRITO PELA  
VELOCIDADE PICO E VELOCIDADE  
REFERENTE À OCORRÊNCIA DO  
CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO PARA  
CORREDORES DE *ENDURANCE*  
MODERADAMENTE TREINADOS**

---

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

**Orientadora: Profa. Dra. Fabiana Andrade Machado**

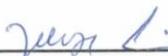
Maringá  
2016

FRANCISCO DE ASSIS MANOEL

**TREINAMENTO PRESCRITO PELA  
VELOCIDADE PICO E VELOCIDADE  
REFERENTE À OCORRÊNCIA DO  
CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO PARA  
CORREDORES DE *ENDURANCE*  
MODERADAMENTE TREINADOS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL, na área de concentração Desempenho Humano e Atividade Física, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 24 de fevereiro de 2016.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. **Jorge Roberto Perroux de Lima**

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. **Solange Marta Franzói de Moraes**

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. **Fabiana Andrade Machado**  
(Orientadora)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

M285t Manoel, Francisco de Assis  
Treinamento prescrito pela velocidade pico e velocidade referente à ocorrência do consumo máximo de oxigênio para corredores de endurance moderadamente treinados / Francisco de Assis Manoel. -- Maringá, 2016.  
vii, 73 f. : il., fig., tabs.

Orientadora: Prof.\* Dr.\* Fabiana Andrade Machado.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Educação Física, Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física - UEM/UEL, 2016.

1. Programas de treinamento - Corrida. 2. Teste de esforço - Avaliação aeróbia. 3. Corrida - Monitoramento. 4. Corrida - Avaliação de desempenho. 5. Corrida - Tempo limite. I. Machado, Fabiana Andrade, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências da Saúde. Departamento de Educação Física. Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física - UEM/UEL. III. Título.

CDD 21.ed. 796.42  
ABBA-003085

# Dedicatória

---

---

*Dedico este trabalho aos meus familiares,  
especialmente aos meus ídolos: minha mãe, Maria das  
Graças Manoel e ao meu pai, Francisco Manoel*

...

# **Agradecimentos**

---

---

*Após a concretização de mais uma fase importante em minha vida, só tenho que agradecer pessoas que de alguma forma fizeram com que tudo isso fosse possível.*

*Primeiramente, agradeço a Deus pelas bênçãos, por guiar todos os meus pensamentos para que eu pudesse tomar as melhores decisões e por permitir que tantas situações improváveis nortearassem minha aventura.*

*A minha família, em especial meu pai, Francisco Manoel, pelos ensinamentos enquanto estive ao meu lado e a minha mãe Maria das Graças, que se doou muitas vezes fazendo o impossível ser possível para que tudo isso se concretizasse.*

*Aos meus irmãos Marcos (Marquinho) diminutivo só no nome mesmo, pois é um grande homem em estatura e como pessoa, obrigado pelos conselhos, por apoiar em todos esses anos atuando como um pai, por mostrar que nas piores das situações devemos sempre estar de cabeça erguida para superar os obstáculos, a sua esposa Zélia por fazê-lo feliz. Márcia por ensinar que o simples também é muito especial e seu Marido Arnaldo que contribui para sua felicidade. Marcelo por ser um dos maiores motivos por eu ter escolhido esse curso fascinante, por ter sido meu primeiro atleta (ciclista) que hoje me dá orgulho por fazer parte das conquistas de títulos, a sua esposa Luana por participar desse processo e por ter contribuído com a mais uma atleta para a família (risos). Mara por ser uma das únicas pessoas que consegue me deixar nervoso e rapidamente eu voltar a calma, e mais importante, por cozinhar muito bem e fazer a minha alegria quando estou em casa. Marilda por me apresentar a música, da qual estou em contato direto.*

*Aos sobrinhos: Alan e Felipe; as sobrinhas: Amanda, Samira, Thais e Ana Júlia, por sempre me lembrarem como é bom ser criança.*

*À minha orientadora, Profa. Dra. Fabiana Andrade Machado pela confiança, oportunidade e orientação durante todos esses anos. Agradeço por contribuir efetivamente em minha formação acadêmica, por todos os ensinamentos, pelo exemplo de coerência e dedicação, por nunca medir esforços para que as coisas aconteçam. Com ela aprendi coisas que levarei para toda a minha vida acadêmica.*

*Aos meus colegas de grupo, Cecília, Danilo, Paulo, Julia, Ludmila, Adriane, Victor e Talitha que acompanharam a realização do meu projeto, em especial, Danilo e Cecília estiveram mais presentes desde a minha chegada a Maringá e me acompanharam durante todo esse processo sem medir esforços para o término do projeto.*

*A Profa. Dra. Solange Marta Franzói de Moraes que foi nossa parceira, cedendo seu*

*laboratório para realização das avaliações que fizeram parte deste estudo. E por ter aceito o convite para fazer parte da minha banca de defesa.*

*Ao Prof. Dr. Jorge Roberto Perrout de Lima que prontamente aceitou o convite para ser banca dessa defesa. Pelas contribuições e compartilhamento de ideias para e melhoria do trabalho.*

*As técnicas do laboratório de fisiologia: Valéria, Elizete e Márcia pela disponibilidade e por toda ajuda.*

*A minha família em Maringá os quais passaram a maior parte do tempo comigo, Gisele, Débora, Jean e Rafael.*

*Aos meus amigos e irmãos Ramon, Bruno, Cristóvão (Piolho), por formarmos a melhor equipe com quem já trabalhei e por termos as melhores histórias de nossas vidas para contar; mesmo estando longe nesse processo estavam sempre presentes no momento que precisei.*

*As novas amizades que fiz por aqui (o pessoal da dança, os grupos de corrida), que me fizeram sentir um pouco mais próximo de casa.*

*Por fim, agradeço aos corredores que fizeram parte desse estudo pela contribuição com esse trabalho e dedicação durante os testes. E mais importante que a participação foram as amizades que ficaram.*

**Obrigado!**

MANOEL, Francisco de Assis. **Treinamento prescrito pela velocidade pico e velocidade referente à ocorrência do consumo máximo de oxigênio para corredores de *endurance* moderadamente treinados.** 2016. 73 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Centro de Ciências da Saúde. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

## RESUMO

---

---

Programas de treinamento de corrida de *endurance* requerem um estímulo adequado de acordo com a condição física de cada praticante. A velocidade pico ( $V_{\text{pico}}$ ) tem se mostrado uma ótima preditora de *performance*; porém, se faz necessário testar a sua aplicabilidade na prescrição de treinamento. Assim, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito de quatro semanas de treinamento prescrito pela  $V_{\text{pico}}$  e velocidade referente à ocorrência do consumo máximo de oxigênio ( $vVO_{2\text{max}}$ ) em corredores de *endurance* moderadamente treinados. Participaram do estudo 16 corredores com idades entre 18 e 35 anos que foram aleatorizados em dois grupos. Um grupo realizou quatro semanas de treinamento prescrito pela  $vVO_{2\text{max}}$  e seu respectivo tempo limite ( $t_{\text{lim}}$ ) ( $GVO_2$ ) e outro realizou o treinamento prescrito pela  $V_{\text{pico}}$  e seu respectivo  $t_{\text{lim}}$  (GVP). Foram realizados quatro testes em esteira rolante: dois testes incrementais máximos para determinação da  $V_{\text{pico}}$  e da  $vVO_{2\text{max}}$  e dois para determinação dos seus respectivos  $t_{\text{lim}}$ , e uma *performance* de 10 km em pista oficial de atletismo (400 m). Todas as avaliações iniciais também foram conduzidas após um período de quatro semanas de treinamento. Os participantes realizaram um total de 20 sessões de treinamento de corrida, subdivididas em sessões de treino contínuo e intervalado. As variáveis estão apresentadas em média  $\pm$  desvio padrão (DP). A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. A comparação entre os momentos pré e pós-treinamento para os dois grupos experimentais foi feita pela ANOVA mista de medidas repetidas. As correlações entre os parâmetros aeróbios e anaeróbios com a *performance* de 10 km foram realizadas pelo coeficiente de correlação de Pearson e o nível de significância adotado foi de  $P < 0,05$ . Os principais resultados mostram que houve efeito do treinamento sobre as variáveis para o mesmo grupo:  $V_{\text{pico}}$  GVP ( $16,7 \pm 1,2$  vs  $17,6 \pm 1,5$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ),  $GVO_2$  ( $17,1 \pm 1,9$  vs  $17,7 \pm 1,6$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ );  $vVO_{2\text{max}}$  GVP ( $16,4 \pm 1,4$  vs  $17,0 \pm 1,3$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ),  $GVO_2$  ( $17,2 \pm 1,7$  vs  $17,5 \pm 1,9$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ); tempo dos 10 km GVP ( $41,3 \pm 2,4$  vs  $39,9 \pm 2,7$  min),  $GVO_2$  ( $40,1 \pm 3,4$  vs  $39,2 \pm 2,9$  min) e velocidade média (VM) nos 10 km GVP ( $14,6 \pm 0,9$  vs  $15,1 \pm 1,1$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ),  $GVO_2$  ( $15,1 \pm 1,3$  vs  $15,4 \pm 1,2$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ). A  $V_{\text{pico}}$  apresentou uma elevada correlação com a *performance* tanto no momento pré quanto pós-treinamento GVP ( $r = -0,97$  vs  $-0,86$ ) e  $GVO_2$  ( $r = -0,95$  vs  $-0,94$ ), correlação também observada para  $vVO_{2\text{max}}$  GVP ( $r = -0,82$  vs  $-0,88$ ) e  $GVO_2$  ( $r = -0,99$  vs  $-0,98$ ). O consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{max}}$ ) e o  $t_{\text{lim}}$  na  $V_{\text{pico}}$  e na  $vVO_{2\text{max}}$  não apresentaram correlação com a *performance* de 10 km. Não houve diferença significativa para as variáveis  $VO_{2\text{max}}$ ,  $t_{\text{lim}}$  na  $V_{\text{pico}}$  e na  $vVO_{2\text{max}}$ , frequência cardíaca máxima ( $FC_{\text{max}}$ ), frequência cardíaca média ( $FC_{\text{média}}$ ), percepção subjetiva de esforço máxima ( $PSE_{\text{max}}$ ) e lactato pico ( $\text{Lac}_{\text{pico}}$ ) em ambos grupos após o período de treinamento e também não foi

observada diferença entre o GVP e  $GVO_2$  para todas as variáveis avaliadas. Concluímos que o treinamento prescrito pela  $V_{\text{pico}}$  promoveu melhoras similares ao treinamento prescrito pela  $vVO_{2\text{max}}$  para corredores de *endurance* moderadamente treinados. A partir dos resultados encontrados sugere-se a utilização da  $V_{\text{pico}}$  para prescrição e monitoramento de treinamento, devido a sua praticidade e baixo custo financeiro e ausência da necessidade de equipamentos de custo elevado (analisador de gases) para sua determinação em avaliações.

Palavras-Chave: Programas de Treinamento, Teste de Esforço, Desempenho Atlético, Corrida.

MANOEL, Francisco de Assis. **Training prescribed by the peak speed and velocity corresponding to the occurrence of the maximal oxygen uptake for moderately trained endurance runners**. 2007. 73 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Centro de Ciências da Saúde. Universidade Estadual de Cidade, Maringá, 2016.

## ABSTRACT

---



---

Endurance running training programs require an adequate stimulus according to the physical condition of each practitioner. The peak velocity ( $V_{\text{peak}}$ ) has proven to be an excellent predictor of performance; but, it is necessary to test its applicability in prescribing training. The objective of the study was to evaluate the effect of four weeks of training prescribed by the  $V_{\text{peak}}$  and velocity corresponding to the occurrence of maximum oxygen consumption ( $v\text{VO}_{2\text{max}}$ ) in moderately trained endurance runners. Study participants were 16 runners aged between 18 and 35 years who were randomized into two groups. One group held four weeks of training prescribed by  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  and its respective time limit ( $t_{\text{lim}}$ ) ( $\text{GVO}_2$ ) and another held training prescribed by  $V_{\text{peak}}$  and its respective  $t_{\text{lim}}$  ( $\text{GVP}$ ). Four tests on a treadmill were performed: two maximum incremental tests to determine the  $V_{\text{peak}}$  and  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  and two for the determination of their  $t_{\text{lim}}$ , and a performance of 10 km in official running track (400 m). All initial evaluations were also conducted after a period of four weeks of training. Participants performed a total of 20 race training sessions, divided into continuous and interval training sessions. The variables are presented as mean  $\pm$  standard deviation (SD). Data normality was verified by the Shapiro-Wilk test. The comparison between the pre- and post-training for the two groups was made by mixed ANOVA for repeated measures. Correlations between aerobic and anaerobic parameters with 10-km running performance were performed using the Pearson correlation coefficient. The significance level was set at  $P < 0.05$ . The main results showed a significant effect of training on the variables for the same group:  $V_{\text{peak}}$   $\text{GVP}$  ( $16.7 \pm 1.2$  vs  $17.6 \pm 1.5$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ),  $\text{GVO}_2$  ( $17.1 \pm 1.9$  vs  $17.7 \pm 1.6$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ );  $v\text{VO}_{2\text{max}}$   $\text{GVP}$  ( $16.4 \pm 1.4$  vs  $17.0 \pm 1.3$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ),  $\text{GVO}_2$  ( $17.2 \pm 1.7$  vs  $17.5 \pm 1.9$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ); the time to complete 10-km  $\text{GVP}$  ( $41.3 \pm 2.4$  vs  $39.9 \pm 2.7$  min),  $\text{GVO}_2$  ( $40.1 \pm 3.4$  vs  $39.2 \pm 2.9$  min) and 10-km average speed (VM)  $\text{GVP}$  ( $14.6 \pm 0.9$  vs  $15.1 \pm 1.1$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )  $\text{GVO}_2$  ( $15.1 \pm 1.3$  vs  $15.4 \pm 1.2$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ). The  $V_{\text{peak}}$  showed a high correlation with the performance in both pre and post-training times  $\text{GVP}$  ( $r = -0.97$  vs  $-0.86$ ) and  $\text{GVO}_2$  ( $r = -0.95$  vs  $-0.94$ ), which was also observed for  $v\text{VO}_{2\text{max}}$   $\text{GVP}$  ( $r = -0.82$  vs  $-0.88$ ) and  $\text{GVO}_2$  ( $r = -0.99$  vs  $-0.98$ ). The  $\text{VO}_{2\text{max}}$ ,  $t_{\text{lim}}$  at  $V_{\text{peak}}$ , and  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  did not correlate with the performance of 10 km. There was no significant difference for the variables maximal oxygen uptake ( $\text{VO}_{2\text{max}}$ ),  $t_{\text{lim}}$  at  $V_{\text{peak}}$  and  $v\text{VO}_{2\text{max}}$ , maximum heart rate ( $\text{HR}_{\text{max}}$ ), mean heart rate ( $\text{HR}_{\text{mean}}$ ), rating of perceived exertion ( $\text{RPE}_{\text{max}}$ ), lactate peak ( $\text{Lac}_{\text{peak}}$ ) in both groups after the training period and there was also no difference between the  $\text{GVP}$  and  $\text{GVO}_2$  for all variables. It is concluded that the training prescribed by  $V_{\text{peak}}$  promoted similar improvements to the training prescribed by  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  in moderately trained endurance runners. Thus, we suggest the use of  $V_{\text{peak}}$  for prescribing

and monitoring endurance training, due to its practical application and low cost (i.e., no need for high cost of equipment (gas analyzer)) for its determination.

Keywords: Training Programs, Effort Testing, Athletic Performance, Running.

# **LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1 – Delineamento Experimental do estudo.....</b>	<b>25</b>
--	-----------

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Treinos contínuos e intervalados utilizados durante as sessões para o grupo GVP (baseados nos estudos de Buchheit et al.,(2010; Esfarjani; Laursen, 2007; Smith; Coombes; Geraghty,2003; Billat et al., 1999).....	30
<b>Tabela 2</b> - Treinos contínuos e intervalados utilizados durante as sessões para o grupo GVO <sub>2</sub> (baseados nos estudos de Buchheit et al.,(2010; Esfarjani; Laursen, 2007; Smith; Coombes; Geraghty,2003; Billat et al., 1999).....	31
<b>Tabela 3</b> - Exemplo da aplicação do protocolo de treinamento de corrida .....	32
<b>Tabela 4</b> – Distribuição dos treinos para os grupos.....	33
<b>Tabela 5</b> – Características dos sujeitos.....	35
<b>Tabela 6</b> - Comparação entre os valores médios ± desvio padrão (DP), diferença percentual (Dif %) e nível de significância ( <i>P</i> ) das variáveis V <sub>pico</sub> , duração do teste incremental, frequência cardíaca máxima (FC <sub>max</sub> ), percepção subjetiva de esforço ao final do teste (PSE <sub>max</sub> ) e tempo limite (t <sub>lim</sub> ) na V <sub>pico</sub> obtidas a partir do protocolo de determinação da V <sub>pico</sub> .....	36
<b>Tabela 7</b> - Comparação entre os valores médios ± desvio padrão (DP), diferença percentual (Dif %) e nível de significância ( <i>p</i> ) das variáveis vVO <sub>2max</sub> , duração do teste incremental, frequência cardíaca máxima (FC <sub>max</sub> ), percepção subjetiva de esforço ao final do teste (PSE <sub>max</sub> ) e tempo limite (t <sub>lim</sub> ) na V <sub>pico</sub> obtidas a partir do protocolo de determinação da vVO <sub>2max</sub> .....	37
<b>Tabela 8</b> - Comparação entre os valores médios ± desvio padrão (DP), diferença percentual (Dif %) e nível de significância ( <i>p</i> ) das variáveis tempo 10 km, Velocidade média (VM) dos 10km, frequência cardíaca média (FC <sub>med</sub> ), frequência cardíaca média, percepção subjetiva de esforço ao final do teste (PSE <sub>max</sub> ) obtidas a partir das <i>performance</i> de 10 km em pista.....	38
<b>Tabela 9</b> - Correlação entre as <i>performances</i> de 10 km pré e pós com as variáveis utilizadas para a prescrição do treinamento.....	39

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

---



---

<b>[La]</b>	Concentração de lactato sanguíneo
<b>VO<sub>2</sub></b>	Consumo de oxigênio
<b>VO<sub>2max</sub></b>	Consumo máximo de oxigênio
<b>DC</b>	Densidade Corporal
<b>EC</b>	Economia de corrida
<b>FC</b>	Frequência cardíaca
<b>FC<sub>max</sub></b>	Frequência cardíaca máxima
<b>GVP</b>	Grupo de treinamento guiado pela intensidade de ocorrência da V <sub>pico</sub> e seu respectivo t <sub>lim</sub>
<b>GVO<sub>2</sub></b>	Grupo de treinamento guiado pela intensidade de ocorrência da vVO <sub>2max</sub> e seu respectivo t <sub>lim</sub>
<b>HIIT</b>	<i>High-intensity Interval Training</i>
<b>IMC</b>	Índice de massa corporal
<b>LAn</b>	Limiar anaeróbio
<b>LL</b>	Limiar de lactato
<b>MVA</b>	Máxima velocidade aeróbia
<b>mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup></b>	Mililitros por quilograma por minuto
<b>mmol·L<sup>-1</sup></b>	Milimol por litro
<b>%G</b>	Percentual de gordura
<b>PSE</b>	Percepção Subjetiva de Esforço
<b>PSE<sub>sessão</sub></b>	Percepção Subjetiva de Esforço da sessão
<b>km·h<sup>-1</sup></b>	Quilômetros por hora
<b>t<sub>lim</sub></b>	Tempo Limite
<b>vVO<sub>2max</sub></b>	Velocidade associada à ocorrência do VO <sub>2max</sub>
<b>VM</b>	Velocidade Média
<b>vLAn</b>	Velocidade no limiar anaeróbio
<b>vLL</b>	Velocidade no limiar de lactato
<b>V<sub>pico</sub></b>	Velocidade pico

# SUMÁRIO

---

---

1 INTRODUÇÃO .....	3
2 JUSTIFICATIVA.....	5
3 OBJETIVOS .....	6
3.1 Objetivo Geral .....	6
3.2 Objetivos Específicos .....	6
4 REVISÃO DA LITERATURA.....	7
4.1 Treinamento de <i>Endurance</i> .....	7
4.2 Velocidade Pico ( $V_{\text{pico}}$ ).....	9
4.3. Protocolos de Avaliação para Determinação da Velocidade Pico ( $V_{\text{pico}}$ ) e seu respectivo tempo limite ( $t_{\text{lim}}$ ).....	10
4.4 Velocidade Pico e seu respectivo tempo limite ( $t_{\text{lim}}$ ) e sua relação com a <i>performance</i> .....	12
4.5 Consumo Máximo de Oxigênio ( $VO_{2\text{max}}$ ) e Velocidade referente à ocorrência do $VO_{2\text{max}}$ ( $vVO_{2\text{max}}$ ).....	15
4.6 Tempo Limite. ( $t_{\text{lim}}$ ).....	20
5 MÉTODOS .....	23
5.1 Participantes.....	23
5.2 Delineamento Experimental.....	23
5.3 Avaliação antropométrica.....	25
5.4 Determinação da velocidade pico ( $V_{\text{pico}}$ ).....	26
5.5 Determinação do tempo limite ( $t_{\text{lim}}$ ) referente à velocidade pico ( $V_{\text{pico}}$ ).....	27
5.6 Determinação do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{max}}$ ).....	28
5.7 Determinação da velocidade referente à ocorrência do $VO_{2\text{max}}$ ( $vVO_{2\text{max}}$ ).....	28
5.8 Determinação do tempo limite ( $t_{\text{lim}}$ ) na velocidade referente ao $VO_{2\text{max}}$ ( $vVO_{2\text{max}}$ ).....	28
5.9 <i>Performance</i> de 10 km.....	28
5.10 Protocolo de Treinamento.....	29
5.11 Análise Estatística.....	34
6 RESULTADOS .....	35
7 DISCUSSÃO .....	40
8 CONCLUSÃO .....	51

<b>9 REFERÊNCIAS</b> .....	53
<b>ANEXOS</b> .....	61
<b>APÊNDICE</b> .....	70

# 1 INTRODUÇÃO

O processo do treinamento esportivo envolve a repetição de exercícios físicos delineados para induzir destreza na execução de habilidades motoras específicas e desenvolve alterações estruturais e funcionais que possam maximizar o desempenho (VIRU, 1995). O sucesso em corridas de *endurance* é dependente de um elaborado programa de treinamento que deve ser prescrito com cargas adequadas, com períodos de recuperação apropriados, ser planejado individualmente para otimização das adaptações ao treinamento atendendo, assim, a necessidade de cada praticante e visando atingir o maior nível de adaptação possível antes da competição (NAKAMURA; MOREIRA, AOKI, 2010; KIVINIEMI et al., 2007; HAUTALA et al., 2003). Provas de médias e longas distâncias têm por objetivo serem realizadas no menor tempo possível e, por essa razão, é importante que o atleta busque permanecer durante toda a prova, ou em sua maior parte, na máxima velocidade para se completar a distância solicitada (BERTUZZI et al., 2006).

A avaliação de componentes da aptidão aeróbia está presente nas tomadas de decisões do treinamento de diversos esportes, seja pela sua importância direta na determinação de critérios de desempenho e/ou como base indicadora da aptidão associada à saúde de atletas (BUCHHEIT et al., 2010). Testes incrementais máximos são os mais adequados para determinação de parâmetros aeróbios e controle do treinamento, fornecendo medidas relacionadas ao consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ), concentrações de lactato sanguíneo ([La]), frequência cardíaca (FC), velocidade pico ( $V_{pico}$ ), percepção subjetiva de esforço (PSE) entre outras (da SILVA; SIMÕES; MACHADO, 2015; MACHADO et al., 2013; MCLAUGHLIN et al., 2010).

A máxima velocidade aeróbia (MVA) é o termo utilizado para definir a máxima velocidade que um indivíduo pode manter durante uma corrida em condições aeróbias (LACOUR et al., 1991). A  $V_{pico}$  e a velocidade mínima referente à ocorrência do consumo máximo de oxigênio ( $vVO_{2max}$ ) refletem a MVA e são variáveis preditoras da *performance* de corrida de *endurance* (MACHADO et al., 2013; BILLAT et al., 1994a; NOAKES; MYBURGH;

SCHALL, 1990). Apesar de muito parecidas as variáveis apresentam uma grande diferença que é o custo financeiro envolvido na sua determinação, sendo que a  $vVO_{2max}$  requer, obrigatoriamente, o uso de um analisador de gases que tem valores elevados restringindo assim seu uso a poucas pessoas, enquanto que a  $V_{pico}$  pode ser determinada sem a necessidade desse equipamento (MACHADO et al., 2013; SCOTT; HOUMARD, 1994)

O tempo limite ( $t_{lim}$ ) na MVA é outra variável que se destaca dentre as mais usadas para o controle de treinamento; estudos demonstram que ela é um parâmetro adequado para se determinar a duração das séries intervaladas de um treinamento na MVA (SMITH; COOMBES; GERAGHTY, 2003; BILLAT et al., 1999) pelo fato de representar a capacidade anaeróbia do indivíduo (BILLAT; KORALSTEIN, 1996; BILLAT et al., 1994a).

Padilla et al. (1992) e Lacour, Padilla e Barthelemy (1990) em seus estudos observaram um  $t_{lim}$  de 8,7 minutos; tempo semelhante foi registrado pelos pesquisadores para a prova de 3000 m realizada pelos mesmos corredores. A *performance* de 3000 m parece ser a prova que atletas tendem a manter a MVA, intensidade que pode ser determinada por diferentes índices, entre eles a  $V_{pico}$  e a  $vVO_{2max}$  (LACOUR; PADILLA; BARTHELEMY, 1990).

Considerando essas diferenças, torna-se importante determinar qual variável relacionada à MVA ( $V_{pico}$  ou  $vVO_{2max}$ ), bem como seu respectivo  $t_{lim}$ , seria mais adequada para guiar/prescrever o treinamento de corredores de *endurance*.

Nossa hipótese é que os dois modelos de treinamento (prescrito pela  $V_{pico}$  e seu respectivo  $t_{lim}$  (GVP) e pela  $vVO_{2max}$  e seu  $t_{lim}$  (GVO<sub>2</sub>)) melhoram parâmetros aeróbios, anaeróbios e a *performance* de corredores moderadamente treinados de maneira similar, e a  $V_{pico}$  apresentará relação um pouco mais elevada que a  $vVO_{2max}$  com a *performance* de 10 km antes e após o treinamento, mostrando-se assim uma variável mais sensível aos efeitos do treinamento para corredores moderadamente treinados.

## **2 JUSTIFICATIVA**

Um fator de relevância para a realização deste trabalho é a utilização da  $V_{\text{pico}}$  determinada a partir de protocolos incrementais “limpos” (sem analisadores de gases ou realização de coletas sanguíneas) como parâmetro para a prescrição do treinamento para corredores de *endurance*. Essa velocidade associada ao seu respectivo tempo limite ( $t_{\text{lim}}$  na  $V_{\text{pico}}$ ) poderá ser utilizada para prescrever as sessões de treinamentos intervalados de alta intensidade. Apesar de estudos demonstrarem que essa variável obtida em protocolos incrementais realizados em esteira (estágios de três minutos e incrementos de  $1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) é uma efetiva preditora da *performance* em corridas de *endurance* (PESERICO; ZAGATTO; MACHADO, 2015; MACHADO et al., 2013) e altamente reprodutível (PESERICO; ZAGATTO; MACHADO, 2014), ainda existe uma lacuna quanto à sua aplicação prática (i.e., prescrição do treinamento de corrida). Sendo assim, justifica-se a realização deste estudo longitudinal utilizando a  $V_{\text{pico}}$  como parâmetro prático e aplicável ao treinamento.

Baseando-se no baixo custo para se determinar a  $V_{\text{pico}}$  e o fato de sua avaliação não ser feita por método invasivo, os resultados deste estudo podem trazer importantes contribuições para a comunidade científica, para técnicos e atletas, visto que esta é uma variável simples de ser determinada, avaliada e que não necessita de equipamentos de alto custo para sua determinação.

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo Geral**

Avaliar o efeito de quatro semanas de treinamento prescrito pela  $V_{\text{pico}}$ ,  $vVO_{2\text{max}}$  e seus respectivos  $t_{\text{lim}}$  em corredores de *endurance* moderadamente treinados.

### **3.2 Objetivos Específicos**

Comparar os efeitos de quatro semanas de treinamento prescrito pela  $V_{\text{pico}}$ ,  $vVO_{2\text{max}}$  e seus respectivos  $t_{\text{lim}}$  em variáveis fisiológicas como consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{max}}$ ), frequência cardíaca (FC) e concentrações de lactato sanguíneo ([La]); em variáveis psicofisiológicas como: percepção subjetiva de esforço (PSE); e nas próprias variáveis que foram utilizadas para a prescrição do treinamento:  $V_{\text{pico}}$ ,  $vVO_{2\text{max}}$  e seus respectivos  $t_{\text{lim}}$ ;

Relacionar a  $V_{\text{pico}}$ ,  $vVO_{2\text{max}}$  e seus respectivos  $t_{\text{lim}}$  com a *performance* de 10 km em corredores de *endurance* moderadamente treinados antes e após o período de treinamento.

# **4 REVISÃO DA LITERATURA**

## **4.1 Treinamento de *Endurance***

Ao longo dos anos têm aumentado o número de adeptos aos esportes de *endurance*. As atividades de *endurance* podem ser classificadas em atividades de média e longa duração, caracterizadas pela predominância do fornecimento de energia pelo metabolismo aeróbio (DENADAI, 1996; MELLEROWICZ, 1987). Segundo Mellerowicz (1987) as atividades de média duração são aquelas cujos esforços perduram entre, aproximadamente, um até seis minutos, tais como: corridas de médias distâncias (800-1500 m); natação (200-400 m); remo (1000-1500 m); canoagem (500-1000 m); ciclismo (1000-5000 m); e atividades de longa duração aquelas cujos esforços são superiores a seis minutos, tais como: corridas de longa distância (acima de 2000 m); natação (acima de 500 m); remo (acima de 2000 m); ciclismo (estrada e pista); esqui de fundo (acima de 5000 m); patinação (acima de 5000 m) etc.

Pesquisas relacionadas a exercícios de *endurance* são realizadas há muitos anos, fortalecendo-se após a consolidação do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) como variável fisiológica importante para a avaliação física e controle do desempenho (HILL; LUPTON, 1923 apud BILLAT; KORALSZTEIN, 1996).

Corredores de *endurance* são estimulados a percorrerem uma distância pré-determinada no menor tempo possível, na tentativa de superar seus adversários e melhorarem sua *performance* (BERTUZZI, 2006). As *performances* em corrida de *endurance* representam o desempenho em provas de média a longas distâncias (com duração entre cinco e 240 minutos) (JONES; CARTER, 2000). O sucesso nessas competições depende de um conjunto de fatores, dentre eles o treinamento desportivo (NAKAMURA; MOREIRA; AOKI, 2010). Esse treinamento deve ser prescrito com cargas adequadas, períodos de recuperação apropriados, visando atingir o maior nível de adaptação possível antes da competição (NAKAMURA; MOREIRA; AOKI, 2010). Deve ser planejado de acordo com a condição física de cada indivíduo,

sendo necessários ajustes individualizados para otimização das adaptações ao treinamento (KIVINIEMI et al., 2007; HAUTALA et al., 2003).

Indivíduos com um menor nível de condicionamento, quando submetidos a um programa de treinamento, apresentam uma grande melhora, ou seja, quanto menos treinado mais treinável, diferente de atletas treinados em que os ganhos são menores com o treinamento (FLECK; KRAEMER; MADURO, 1999). Pequenas diferenças, porém, devem ser consideradas, pois elas podem ser decisivas entre a vitória e a derrota, entre seu melhor resultado ou apenas mais um bom resultado (PEDRO, 2006). Dessa forma, é de suma importância o controle preciso do treinamento.

O treinamento contínuo e o treinamento intervalado são os mais utilizados para a preparação de atletas de *endurance* que participam de provas de médias e longas distâncias. Os programas de treinamento que adotam a combinação dos dois métodos parecem ser mais eficientes para a melhora da *performance* (BUCHHEIT et al., 2010; BERTHOIN et al., 1996). Sempre priorizando a melhoria da *performance*, corredores treinados são submetidos a um número maior de sessões de intensidades mais elevadas, procurando adaptações desejadas (SEILER; KJERLAND, 2006). O estudo das adaptações ocorridas em intensidades mais elevadas, como efeito do treino, é importante uma vez que essas intensidades são descritas como sendo índices decisivos para a alteração da *performance* (PAPADOPOULOS et al., 2003; TOKMAKIDIS; LÉGER; PILIANIDIS, 1998;). Deve-se evitar, entretanto, cargas excessivamente intensas que possam conduzir o atleta a estados de sobre-treino (SEILER; KJERLAND, 2006; LEHMANN; FOSTER; KEUL, 1993).

Desse modo, a prescrição adequada da intensidade de esforço, juntamente com um descanso adequado, parecem ser fatores determinantes para a melhoria do condicionamento de atletas de *endurance* (SEILER; KJERLAND, 2006; LEHMANN; FOSTER; KEUL, 1993). Com a necessidade de um melhor controle dos treinamentos, pesquisadores buscam um melhor entendimento das variáveis que podem ser decisivas para a *performance* e o treinamento. Diferentes variáveis são utilizadas para predição de *performance* e controle de treinamento, dentre elas se destacam: limiar de lactato (LL), limiar anaeróbico (LAn) e a máxima fase estável de lactato (MFEL), o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ), a economia de corrida (EC), a velocidade

referente à ocorrência do consumo máximo de oxigênio ( $vVO_{2max}$ ) e a velocidade pico ( $V_{pico}$ ) de corrida (DA SILVA et al., 2015; MACHADO et al., 2013; BILLAT et al., 1999).

Dentre as variáveis citadas duas delas são apontadas como indicativas da máxima velocidade aeróbia (MVA): a  $vVO_{2max}$  (BILLAT et al., 1994a; LACOUR; PADILLA; CHATARD, 1991) e a  $V_{pico}$  (BUCHHEIT et al., 2010; HILL; ROWELL, 1996; NOAKES; MYBURGH; SCHALL, 1990) associando-se à intensidade de ocorrência do  $VO_{2max}$  e, assim, sendo indicativo da potência aeróbia (MCLAUGHLIN et al., 2010). Com o treinamento, temos uma melhoria da potência aeróbia e conseqüentemente da *performance*. Apesar da  $vVO_{2max}$  já ser consolidada como uma variável para prever *performance*, monitorar e prescrever o treinamento (BUCHHEIT et al., 2010; MIDGLEY; MCNAUGHTON; JONES, 2007; BILLAT et al., 1999) é uma variável que, para sua determinação, requer o uso de equipamento dispendiosos, delicados, que necessitam de pessoas treinadas para sua devida manipulação e interpretação dos dados, tornando a sua utilização limitada a apenas alguns laboratórios de pesquisa, treinadores e atletas. Com isso a  $V_{pico}$  é uma variável atrativa, devido a praticidade e baixo custo financeiro em avaliações e monitoramento de corredores de *endurance*, além de estar associada à  $vVO_{2max}$  (BUCHHEIT et al., 2010, MCLAUGHLIN et al., 2010; MIDGLEY; MCNAUGHTON; JONES, 2007). Estudos mostram ser esta uma ótima variável preditora de *performance* ganhando destaque entre pesquisadores, treinadores e corredores de *endurance* (MCLAUGHLIN et al., 2010; SAUNDERS et al., 2010). No entanto, apesar de sua alta correlação com a *performance*, faz-se necessário testar a sua aplicabilidade na prescrição de treinamento.

#### 4.2 Velocidade Pico ( $V_{pico}$ )

A Velocidade pico ( $V_{pico}$ ) é definida como a máxima velocidade obtida em um teste incremental de corrida, apresentando elevada correlação com a  $vVO_{2max}$  (MCLAUGHLIN et al., 2010). A  $V_{pico}$  é utilizada como parâmetro para predição de *performance* ganhando destaque entre pesquisadores, treinadores e corredores de *endurance* (MCLAUGHLIN et al., 2010). É uma variável que representa, conjuntamente, a capacidade dos sistemas aeróbio e anaeróbio de fornecimento de energia (DE OLIVEIRA, 2004) e a máxima velocidade aeróbia

(MVA). Segundo Hill e Rowell (1996), a  $V_{\text{pico}}$  pode ser influenciada por componentes anaeróbios, pois ela ocorre em intensidades superiores ao LAn; porém, seus determinantes fisiológicos ainda não estão bem estabelecidos (NOAKES; MYBURGH; SCHALL, 1990).

A  $V_{\text{pico}}$  pode ser determinada sem a necessidade de equipamentos para medidas metabólicas e/ou técnicas invasivas necessárias para avaliar outros preditores fisiológicos da *performance* em corridas, tornando-se uma variável prática em avaliações, monitoramento do treinamento para corredores de *endurance*, conseguindo atender às necessidades de grande parte de treinadores e atletas (BUCHHEIT et al., 2010; SAUNDERS et al., 2010; MIDGLEY; MCNAUGHTON; JONES, 2007). A sua determinação é feita de maneira simples, necessitando apenas de uma esteira rolante (MACHADO et al., 2013; MCLAUGHLIN et al., 2010; NOAKES; MYBURGH; SCHALL, 1990) e podendo ser ajustada a partir de equações para a correção da velocidade final quando o último estágio atingido durante o teste não for completado, tornando o resultado mais preciso, pois leva em consideração cada segundo que o indivíduo permaneceu no teste (KUIPERS RIETJENS; VERSTAPPEN, 2003; BILLAT; KORALSZTEIN, 1996).

#### **4.3 Protocolos de Avaliação para determinação da Velocidade Pico ( $V_{\text{pico}}$ ) e seu respectivo tempo limite ( $t_{\text{lim}}$ )**

O fato da  $V_{\text{pico}}$  ser determinada de maneira simples a torna uma variável muito atrativa; porém, para a obtenção de resultados mais fidedignos é preciso determiná-la da maneira correta, pois ela é diretamente influenciada pelo *design* do protocolo incremental (PESERICO; ZAGATTO; MACHADO, 2014; MACHADO et al., 2013; KUIPERS RIETJENS; VERSTAPPEN, 2003).

Noakes, Myburgh e Schall (1990) apresentam a  $V_{\text{pico}}$  como sendo a maior velocidade atingida e sustentada por um minuto, durante o teste progressivo. Kuipers, Rietjens e Verstappen (2003) sugeriram, entretanto, que para determinar a  $V_{\text{pico}}$  fosse feita uma correção da velocidade pelo tempo de exercício que o avaliado permaneceu no último estágio, contabilizando assim cada segundo que ele permaneceu no teste. Berthoin et al. (1996) compararam a  $V_{\text{pico}}$  identificada com diferentes métodos no teste de pista de Léger e Boucher (1980) e a velocidade referente ao  $VO_{2\text{max}}$  determinada também com

diferentes metodologias em ambiente laboratorial na esteira. Como resultado não foram observadas diferenças significantes entre a  $V_{pico}$  e a velocidade correspondente ao  $VO_{2max}$  para nenhum dos métodos empregados.

Para a determinação do melhor protocolo, Bentley e Mcnaughton (2003) analisaram a influência da duração do estágio em teste realizado em ciclo ergômetro em triatletas bem treinados, com estágio de um minuto (curto) e três minutos (longo). O estudo mostrou correlações com a *performance Time Trial* e potência pico nos protocolos curto ( $r = 0,56$ ) e longo ( $r = 0,94$ ), confirmando a elevada relação entre a determinação da  $V_{pico}$  pelo protocolo longo com a *performance*. Recentemente, Machado et al. (2013) mostraram que a  $V_{pico}$  determinada em protocolos incrementais com estágios de três minutos e definida pelo ajuste de Kuipers et al. (2003) foi a que melhor se correlacionou com a *performance* de corrida nas provas de 5 ( $r = 0,95$ ) e 10 km ( $r = 0,92$ ) em comparação aos protocolos com estágios de um e dois minutos.

Peserico, Zagatto e Machado (2015) compararam protocolos com taxas de incremento de 0,5; 1 e 2  $km \cdot h^{-1}$  para determinação da  $V_{pico}$  e correlacionaram com a *performance* de corrida de uma hora concomitantemente; analisaram a  $V_{pico}$  com três definições distintas: a mais alta velocidade mantida por um minuto ( $V_{pico-60s}$ ), a velocidade do último estágio completado ( $V_{pico-C}$ ) e a velocidade do último estágio completado adicionado à multiplicação do incremento de velocidade pela fração do estágio incompleto ( $V_{pico-P}$ ). O estudo mostrou que a  $V_{pico}$  obtida no teste com taxa de incremento de 1  $km \cdot h^{-1}$  apresentou correlação mais elevada com a *performance* de corrida em provas de uma hora ( $r = 0,89$ ), sugerindo a utilização do protocolo com incrementos de velocidade de 1  $km \cdot h^{-1}$  e a  $V_{pico-P}$  como o padrão para a determinação da velocidade pico ( $V_{pico}$ ).

O  $t_{lim}$  na  $V_{pico}$  deve ser determinado com cautela, pois um pequeno erro na estimativa da  $V_{pico}$  geraria um  $t_{lim}$  significativamente diferente e não confiável (BILLAT et al., 1996a). Para a determinação do  $t_{lim}$  na  $V_{pico}$ , os estudos utilizam o mesmo protocolo utilizado para a determinação da  $vVO_{2max}$ , realizado em ambiente laboratorial (BILLAT et al., 1996a; PADILLA et al., 1992; LACOUR; PADILLA; BARTHELEMY, 1990) em esteira ergométrica: realização de um aquecimento prévio a 60% da  $V_{pico}$  obtida anteriormente em teste incremental (MACHADO; GUGLIELMO; DENADAI, 2007; BILLAT et al.,

1996a,b; BILLAT et al., 1994a,c). Após o período de aquecimento, a velocidade da esteira é automaticamente aumentada até atingir o valor referente à  $V_{pico}$  ou um valor relativo a esta intensidade de esforço. Nesse momento, inicia-se a contagem do tempo que o participante permanecerá em esforço até que entre em exaustão.

#### 4.4 Velocidade Pico e seu respectivo tempo limite ( $t_{lim}$ ) e sua relação com a *performance*

O sucesso em competições de *endurance* depende da combinação de inúmeros fatores, principalmente os fisiológicos, que passaram a ser utilizados com frequência por treinadores e atletas (BILLAT; KORALSZTEIN, 1996). A determinação com precisão das variáveis de predição da *performance* e monitoramento do treinamento é de extrema importância para o sucesso nessas competições, ganhando atenção especial por parte dos pesquisadores.

Noakes, Myburgh e Schall (1990) realizaram um estudo com corredores especialistas em longas distâncias (20 maratonistas e 23 ultra-maratonistas) com diferentes *performances* e verificaram que a  $V_{pico}$  determinada em esteira e o LL foram os melhores preditores de *performance* em provas de 10 a 90 km. Os pesquisadores encontraram correlações para os 10 km e LL  $r = -0,86$  e  $V_{pico}$   $r = -0,93$ ; 21,1 km e LL  $r = -0,84$  e  $V_{pico}$   $r = -0,92$ ; 42,2 km e LL  $r = -0,88$  e  $V_{pico}$   $r = -0,92$ , 90 km e LL  $r = -0,83$  e  $V_{pico}$   $r = -0,80$ . Esse mesmo comportamento foi observado no grupo dos maratonistas, exceto na prova de maratona, situação na qual a velocidade correspondente ao LL apresentou maior capacidade preditiva do desempenho (10 km e LL  $r = -0,92$  e  $V_{pico}$   $r = -0,94$ ; 21,1 km e LL  $r = -0,91$  e  $V_{pico}$   $r = -0,93$ ; 42,2 km e LL  $r = -0,93$  e  $V_{pico}$   $r = -0,88$ ), concluindo que a  $V_{pico}$  é uma ótima preditora de *performance*.

Scott e Houmard (1994) avaliaram 14 homens e nove mulheres altamente treinados em provas de *endurance* com o objetivo de identificar a  $V_{pico}$  em esteira e a correlacionar com a *performance* de 5 km realizada em laboratório; nesse teste, os atletas escolhiam o próprio ritmo de prova. Como resultado, os autores encontraram uma correlação entre a  $V_{pico}$  e a *performance* nos 5 km para os homens de  $r = 0,83$  e para as mulheres de  $r = 0,80$ . Slattery et al. (2006) avaliaram triatletas e verificaram que a  $V_{pico}$  foi a variável que apresentou melhor correlação com o tempo da *performance* de 3

km ( $r = -0,91$ ). Confirmando a elevada relação entre a  $V_{\text{pico}}$  e *performance*, em estudo posterior Stratton et al. (2009) correlacionaram variáveis fisiológicas e  $V_{\text{pico}}$  com a prova de 5 km pré e pós seis semanas de treinamento. Os pesquisadores identificaram a  $V_{\text{pico}}$  como a melhor preditora da *performance* de 5 km apresentando uma correlação de  $r = 0,89$  e  $r = 0,83$  nos momentos pré e pós, respectivamente.

Machado et al. (2013) verificaram a influencia do tempo de duração do estágio para a definição da  $V_{\text{pico}}$  e na sua relação com as *performances* de 5 e 10 km. Os autores observaram que a  $V_{\text{pico}}$  determinada em protocolos com estágios de duração de três minutos apresentou a mais elevada correlação com as provas de 5 ( $r = 0,95$ ) e 10 km ( $r = 0,92$ ) em comparação aos protocolos com estágios de um e dois minutos. Baseado nos estudos de Machado et al. (2013), Peserico, Zagatto e Machado (2014) verificaram a relação da  $V_{\text{pico}}$  com a *performance* de uma hora. Como resultado, a  $V_{\text{pico}}$  apresentou-se como uma ótima preditora da *performance*, com uma elevada correlação ( $r = 0,89$ ).

Da Silva, Simões e Machado (2015), em estudo com corredores recreacionais, compararam a  $V_{\text{pico}}$  e a  $vVO_{2\text{max}}$  e a sua relação com as *performances* nas provas de 10 e 15 km. Os autores observaram uma elevada correlação entre a  $V_{\text{pico}}$  e a  $vVO_{2\text{max}}$  ( $r = 0,91$ ). Em relação à correlação com as *performances* de 10 e 15 km, a  $V_{\text{pico}}$  apresentou valores mais elevados comparado à  $vVO_{2\text{max}}$  respectivamente (10 km;  $r = 0,77$  em relação à  $V_{\text{pico}}$  vs  $r = 0,65$  em relação à  $vVO_{2\text{max}}$ ; 15 km;  $r = 0,75$  em relação à  $V_{\text{pico}}$  vs  $r = 0,64$  em relação à  $vVO_{2\text{max}}$ ).

Estudos anteriores mostraram altas correlações da  $V_{\text{pico}}$  com a *performance* em provas de médias e longas distâncias (referência). Baseado nesses resultados Saunders et al. (2010) avaliaram o impacto de determinadas variáveis fisiológicas, como o  $VO_{2\text{max}}$ , a EC e o LL sobre a *performance* de corredores bem treinados, utilizando a  $V_{\text{pico}}$  como indicadora do desempenho. Em seus resultados, os autores observaram que a variação da  $V_{\text{pico}}$  entre os corredores foi associada às variações das variáveis EC e  $VO_{2\text{max}}$ , reforçando assim os resultados de estudos anteriores que sugerem a  $V_{\text{pico}}$  como indicadora de *performance* entre corredores (STRATTON et al., 2009; SLATTERY et al., 2006; SCOTT; HOUMARD, 1994).

É consolidado entre os pesquisadores que a  $V_{\text{pico}}$  é uma ótima preditora de *performance*, porém se faz necessário testar a sua aplicabilidade na prescrição de treinamento. Até onde temos conhecimento, não há estudos que colocaram em prática o uso dessa variável para prescrição e controle do treinamento. Na literatura, encontram-se apenas estudos que usaram índices relacionados à MVA para prescrição de treinamento aeróbio (BUCHHEIT et al., 2010; SMITH; COOMBES; GERAGHTY, 2003; BILLAT et al., 1999).

Em estudo de Buchheit et al. (2010), os autores avaliaram o efeito de oito semanas de treinamento em 14 corredores moderadamente treinados. O treinamento foi organizado em sessões de treinos contínuos e intervalados. Os treinos contínuos foram subdivididos em treinos de baixa e moderada intensidade com duração de 40 e 45 minutos e intensidade de 70 a  $76 \pm 4\%$  da MVA, respectivamente, e treinos de ritmo (treinos contínuos com velocidade controlada semelhante a velocidade de prova). Os treinamentos intervalados foram subdivididos em treinos intervalados curtos e longos. Os treinos intervalados curtos foram compostos por séries com intensidades superiores à MVA e curta duração (e.g., seis séries de 30 segundos a  $116 \pm 2\%$  da MVA e recuperação de 01 min e 45 seg). Já os treinos intervalados longos ocorreram em intensidades próximas à MVA e maior duração (e.g., quatro minutos a  $92 \pm 2\%$  da MVA com recuperação de 02 min e 15 seg) (BUCHHEIT et al., 2010). Os resultados mostraram melhoras na *performance* dos 10 km em 11 corredores. Diferente dos outros protocolos de treinamento, os autores procuraram colocar uma maior variação das sessões de treinamento, evitando assim a monotonia, pois, segundo a proposta apresentada por Foster (1998), a monotonia associada à carga semanal e ao *strain* podem diagnosticar estados de *overtraining* em atletas, por isso um alto valor em seu *score* estaria relacionado a condições desfavoráveis para uma boa adaptação ao treinamento (SUZUKI et al., 2006; FOSTER, 1998). Apesar dos autores terem priorizado essa maior variação das sessões de treinamento, não houve individualização da duração das corridas nos treinos intervalados. Alguns autores sugerem a utilização do  $t_{\text{lim}}$  na MVA para determinar o tempo adequado de séries intervaladas de modo individualizado (DA SILVA; SIMÕES; MACHADO, 2015; BILLAT et al., 1999).

#### 4.5 Consumo Máximo de Oxigênio ( $VO_{2max}$ ) e velocidade referente à ocorrência do $VO_{2max}$ ( $vVO_{2max}$ )

O  $VO_{2max}$  representa a mais alta taxa na qual o oxigênio pode ser captado, transportado e utilizado pelo corpo durante o exercício máximo, representando a potência aeróbia do indivíduo (BASSET; HOWLEY, 2000). O  $VO_{2max}$  parece ser o índice fisiológico que melhor descreve a capacidade funcional dos sistemas cardiovascular e respiratório (SILVA; TORRES, 2002; BASSET; HOWLEY, 2000). Por meio do experimento que deu origem aos conhecimentos aceitos e compreendidos referentes ao  $VO_{2max}$ , Hill e Lupton identificaram um importante tópico de discussão da fisiologia do exercício: a aplicabilidade/significância do  $VO_{2max}$  a partir do uso da mínima velocidade para obtê-lo (BILLAT; KORALSZTEIN, 1996). O  $VO_{2max}$  mostrou ter uma grande capacidade de predição da *performance* em corridas que vão de 3 km a maratonas (MCLAUGHLIN et al., 2010; BASSETT; HOWLEY, 2000; SCOTT; HOUMARD, 1994;). Porém, não mostra-se uma variável eficiente para predizer a *performance* quando os indivíduos apresentam  $VO_{2max}$  semelhantes (MORGAN et al., 1989). A partir de então, a EC passou a ser cogitada como uma boa preditora de *performance*, apresentando correlações próximas de 0,82 (MCLAUGHLIN et al., 2010; BASSETT; HOWLEY, 2000); mas outros estudos encontraram resultados controversos, apresentando baixas e moderadas correlações (0,49 e 0,54 respectivamente) (BRAGADA et al., 2010; SLATTERY et al., 2006).

A partir disso, houve procura por uma variável que pudesse predizer com mais precisão as *performances* de *endurance*. A  $vVO_{2max}$  que é definida como a velocidade mínima na qual se atinge o  $VO_{2max}$  em um protocolo incremental de exercício, sendo muito utilizada no treinamento para a melhora do  $VO_{2max}$  (BILLAT et al., 1999; BILLAT et al., 1994a,b), passou a ser investigada pela comunidade científica, apresentando um alto poder de predição da *performance* aeróbia de corredores de médias e longas distâncias, por ser uma variável formada pela interação entre EC e  $VO_{2max}$  (BUCHHEIT et al., 2010; MCLAUGHLIN et al., 2010; BILLAT; KORALSZTEIN, 1996) inclusive apontada em alguns estudos como uma variável mais importante que o  $VO_{2max}$  e a EC (LAURSEN; JENKINS, 2002; GRANT et al., 1997; BILLAT et al., 1996a;).

A  $vVO_{2max}$  e seu respectivo  $t_{lim}$  são determinados a partir da identificação do  $VO_{2max}$ , que é obtido por meio de um teste incremental até a exaustão o qual pode ser realizado em ambiente laboratorial (BILLAT et al., 1996a; PADILLA et al., 1992; LACOUR et al., 1990), ou também em campo (pista de atletismo) (BILLAT et al., 1996a; PADILLA et al., 1992; LACOUR et al., 1990), pelo teste de pista Universidade de Montreal (LEGER; BOUCHER, 1980). Após a determinação  $VO_{2max}$  e a identificação da  $vVO_{2max}$ , é possível determinar o tempo máximo de permanência em exercício ou tempo de exaustão ou  $t_{lim}$  que pode ser sustentado nessa intensidade de exercício (BILLAT et al., 1994c), com testes realizados em laboratório ou campo (BILLAT, 1996a; BILLAT et al., 1994abc).

A  $vVO_{2max}$  pode explicar variações na *performance* do indivíduo que o  $VO_{2max}$  e a EC sozinhos não seriam capazes de fazer (HILL; ROWELL, 1996). Segundo os estudos de Billat e Koralsztejn (1996) e Billat et al. (1996a), a  $vVO_{2max}$  pode sofrer influência de aspectos como: nível de treinamento, sexo e tipo de ergômetro utilizado nos testes para sua determinação.

Morgan et al. (1989) realizaram dois estudos e mostraram que existe uma correlação significativa entre a *performance* de 10 km e a  $vVO_{2max}$  entre os corredores bem treinados. No primeiro estudo os autores verificaram essa correlação em homens com  $VO_{2max}$  diferentes; já no segundo estudo, avaliaram corredores treinados com  $VO_{2max}$  semelhantes. A EC, a  $vVO_{2max}$  e a velocidade referente a  $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  de lactato sanguíneo ( $v$  a  $[\text{La}] 4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) foram calculadas em ambos os estudos. Houve correlação entre o  $VO_{2max}$  e a *performance* de 10 km apenas no primeiro estudo, enquanto a EC explicou a maior quantidade de variação de desempenho no segundo estudo. Em ambos os estudos, a variação na *performance* de 10 km foi atribuída ao  $vVO_{2max}$ . A  $vVO_{2max}$  também foi responsável por essencialmente a mesma quantidade de variação em *performance* de 10 km assim como  $v$  a  $[\text{La}] 4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ . Concluiu-se que, entre os indivíduos bem treinados com um  $VO_{2max}$  semelhante, existe uma elevada correlação forte entre a *performance* de 10 km e a  $vVO_{2max}$ .

De Souza et al. (2010) estudaram corredores de *endurance* moderadamente treinados. Os autores analisaram a capacidade de predição dos índices fisiológicos  $VO_{2max}$ ,  $vVO_{2max}$  e LAn determinados no laboratório e no teste de pista da Universidade de Montreal para a *performance* nas distâncias

de 1500, 5000 e 10000 m; e os efeitos das distâncias da prova na relação entre os índices fisiológicos  $VO_{2max}$ ,  $vVO_{2max}$  e LAn com a *performance*. Como resultado, somente a  $vVO_{2max}$  explicou a *performance* para essas distâncias. McLaughlin et al. (2010) encontraram uma correlação entre a  $vVO_{2max}$  e a *performance* (tempo de prova) em corrida de 16 km de  $r = -0,97$  de modo que essa variável explicou o maior percentual de variação da prova.

O acréscimo de sessões de treinamento intervalado de alta intensidade é indicado para se obter melhoras consideráveis na *performance* de *endurance* (ZIEMANN et al., 2011; ESFARJANI; LAURSEN, 2007; SMITH; COOMBES; GERAGHTY, 2003). Apesar dos benefícios dos treinos intervalados de alta intensidade para corredores de *endurance*, a grande dificuldade para treinadores e atletas é definir a carga ideal das sessões de treinamento, pois o excesso pode levar o atleta ao *overtraining*.

Na tentativa de minimizar os riscos do desenvolvimento de um *overtraining*, estudos mostraram que a  $vVO_{2max}$  e seu respectivo  $t_{lim}$  são variáveis que podem auxiliar treinadores e atletas em suas sessões de treinamento. Smith, McNaughton e Marshall (1999) realizaram um estudo com quatro semanas de treinamento de corrida individualizado na  $vVO_{2max}$ , com séries que duravam de 60% a 75% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$ . Como resultado do estudo, foram observadas melhoras na  $vVO_{2max}$  e seu respectivo  $t_{lim}$  e principalmente na *performance* de 3 km. Porém, os treinos em que as séries tinham duração igual ou superior a 70% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  apresentaram uma maior dificuldade para execução pelos atletas.

Sabendo a importância da individualidade para a prescrição dos treinamentos intervalados de alta intensidade, Billat et al. (1999) realizaram um estudo usando a  $vVO_{2max}$  e o seu respectivo  $t_{lim}$  para a prescrição de treinos intervalados de alta intensidade, aplicando séries com duração de 50% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  em que o sujeito deveria manter a  $vVO_{2max}$ , e para recuperação o sujeito deveria manter também com duração de 50% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$ . Como resultado do estudo, não foram encontradas diferenças nas variáveis aeróbias associadas ao desempenho após quatro semanas de treinamento intensivo na  $vVO_{2max}$ .

Buscando um aperfeiçoamento do treinamento de corrida intervalada de alta intensidade, Smith, Coombes e Geraghty (2003) testaram duas diferentes

combinações entre a  $vVO_{2max}$  e o seu respectivo  $t_{lim}$ . Os autores avaliaram as diferenças entre séries com duração de 60% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  e séries com duração de 70% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  e sua relação com as *performances* de 3 e 5 km. Os resultados do estudo demonstraram uma melhora significativa de 17 segundos na *performance* de 3 km após quatro semanas de treinamento no grupo que realizou treinos com duração de 60% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$ . Resultados expressivos também foram encontrados por Esfarjani, Laursen (2007) na *performance* de 3000 m após aplicarem um treinamento com duração das séries de 60% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$ .

Treinamentos em intensidades máximas são mais utilizados em sessões de treinamento de *endurance*, e parecem ser melhores do que o treinamento de intensidades supramáximas. Estudos mostraram, entretanto, haver uma melhora na potência muscular após treinamentos supramáximos (MIDGLEY; MCNAUGHTON; JONES, 2007; PAAVOLAINEN; NUMMELA; RUSKO, 2000).

Outros estudos verificaram a influência de treinos supramáximos sobre a *performance* de *endurance*. Bickham et al. (2006) e Franch, Madsen e Djurhuus (1998) verificaram o impacto de treinos de intensidade supramáximas (acima de 100% de intensidade relacionadas ao  $VO_{2max}$ ) para obtenção de melhoras no  $VO_{2max}$  de corredores. Os estudos apresentaram melhoras no desempenho e condição aeróbia dos sujeitos após um protocolo de treinamento. Bickham et al. (2006) analisaram o efeito de um protocolo de treinamento com *sprints*, tendo uma duração de 15 segundos e com a relação esforço / pausa de 1/3 e 1/5. Como resultado, os autores não encontraram uma melhora no  $VO_{2max}$  após a aplicação do protocolo de treinamento. Isso provavelmente ocorreu devido ao fato das pausas terem sido um pouco longas não sendo eficientes para causarem melhoras no  $VO_{2max}$ , diferente dos outros estudos que adotaram uma pausa menor, encontrando resultados positivos (FRANCH, MADSEN; DJURHUUS.,1998; TABATA et al.,1996).

A relação esforço/pausa é um fator que deve ser levado em consideração para a prescrição de treinamento em intensidades supramáximas para alcançar o resultado desejado (FRANCH, MADSEN, DJURHUUS,1998; TABATA et al., 1996). Franch, Madsen e Djurhuus (1998) avaliaram o efeito da inclusão de um treino intervalado nas sessões de treinamento de corredores. Os protocolos de treinamento foram baseados em duas intensidades

supramáximas: 15 segundos a 132% da  $vVO_{2max}$  e 15 segundos a 106% do  $VO_{2max}$  com uma relação esforço/pausa de 1:1 em ambos protocolos. Os autores observaram melhoras no  $VO_{2max}$  de corredores com a inclusão desse treinamento. Observaram também que uma intensidade referente a 106% do  $VO_{2max}$  foi mais efetiva em promover melhoras no  $VO_{2max}$  comparado à intensidade de 132% do  $VO_{2max}$ .

Tabata et al. (1996) conduziram uma pesquisa com jovens estudantes do sexo masculino e o objetivo do estudo foi avaliar o efeito de dois protocolos de treinamento usando um ciclo ergômetro de frenagem mecânica. No primeiro experimento, foi verificado o efeito de seis semanas de treinamento de resistência de intensidade moderada (70% do  $VO_{2max}$ ). As sessões tinham duração de 60 minutos, frequência de cinco dias por semana durante seis semanas; os autores avaliaram a capacidade anaeróbia (o máximo acumulado de oxigênio déficit) antes, após quatro semanas e no final do treinamento, e o  $VO_{2max}$  foi avaliado antes e após o treinamento.

Após o treinamento, a capacidade anaeróbia não teve aumento significativo ( $P > 0,10$ ), enquanto o  $VO_{2max}$  aumentou de  $53 \pm 5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  para  $58 \pm 3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  ( $P < 0,01$ ). No segundo experimento, para quantificar o efeito do treinamento intermitente de alta intensidade, os indivíduos realizaram um protocolo de sete a oito repetições de 20 segundos de exercício a uma intensidade referente a 170%  $VO_{2max}$  e 10 segundos de descanso entre cada execução, durante quatro dias por semana. E um dia por semana os sujeitos exercitaram por 30 minutos a uma intensidade de 70% do  $VO_{2max}$  antes da realização de quatro conjuntos de exercício intermitentes a 170% do  $VO_{2max}$ ; o protocolo teve duração de seis semanas. A capacidade anaeróbia foi determinada antes, após duas, quatro e seis semanas de treinamento e o  $VO_{2max}$  foi determinado antes, após três, cinco e seis semanas de treinamento.

Após o período de treinamento, o  $VO_{2max}$  aumentou  $7 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ , enquanto que a capacidade anaeróbica aumentou 28%. Dessa forma, pode-se observar que o treinamento aeróbio de intensidade moderada melhorou a capacidade aeróbia máxima, mas não mudou a capacidade anaeróbia. Já o treinamento intermitente de alta intensidade mostrou-se eficiente para melhora da capacidade anaeróbia e do  $VO_{2max}$  durante seis semanas de treinamento.

Os estudos apresentam um consenso de que os treinamentos intervalados, realizados com duração de 60% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$ , parecem ser os mais adequados para a melhoria da *performance* de *endurance*.

#### 4.6 Tempo limite ( $t_{lim}$ )

O tempo limite ou tempo de exaustão é definido como o tempo máximo que um indivíduo pode permanecer em uma determinada intensidade de esforço (BILLAT et al., 1994c).

Porém, na literatura, ainda não existe um consenso dos fatores que potencialmente podem modificar o  $t_{lim}$ . Para alguns autores o  $t_{lim}$  sofre maior influência da capacidade anaeróbia, explicado pela variação entre a  $vVO_{2max}$  e a  $vLAN$ , visto que aumentos na  $vLAN$  se dão a partir de uma demanda energética promovida principalmente pelo metabolismo anaeróbio (MIDGLEY; MCNAUGHTON; JONES, 2007). Por outro lado, Bertuzzi et al. (2012) após investigarem em corredores os principais determinantes bioenergéticos e neuromusculares determinantes do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$ , mostraram que o  $t_{lim}$  é explicado por 83% da capacidade aeróbia comparado a 17% da capacidade anaeróbia, mostrando a importância que o metabolismo aeróbio exerce sobre a capacidade de sustentar a  $vVO_{2max}$ . Já Gazeau, Koralsztein e Billat (1997) estudaram a importância de parâmetros biomecânicos na explicação da grande variabilidade do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$ . A análise de regressão múltipla revelou que as variáveis: velocidade angular máxima do joelho durante flexão, aceleração angular máxima do joelho, velocidade angular máxima do quadril e velocidade angular máxima do joelho durante apoio explicaram 99,5% da variação no  $t_{lim}$ . Desse modo, foi possível concluir que corredores que mantêm um estilo de corrida estável são capazes de permanecer mais tempo na MVA devido a uma ótima eficiência motora.

Logo o  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  ou na  $V_{pico}$ , passou a ser cogitado como um bom preditor de *performance*, porém alguns estudos não encontraram correlação entre o  $t_{lim}$  e a *performance* (SMITH et al., 2003; BILLAT et al., 1994b). Em estudo de Smith et al. (2003) os autores verificaram o efeito de quatro semanas de treinamento baseados na  $vVO_{2max}$  em corredores treinados. Como resultado os autores não observaram correlação significativa entre a *performance* de 3 km e o  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$ . Por outro lado da Silva et al. (2015) ao avaliarem

corredores moderadamente treinados encontraram uma correlação inversa entre o  $t_{lim}$  na  $V_{pico}$  com as *performances* de 10 km ( $r = -0,44$ ) e 15 km ( $r = -0,45$ ). Em estudo de Billat et al. (1994a) foi observado uma correlação positiva e significativa da VM da prova de 21,1 km com o  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  após avaliarem corredores de alto nível.

O treinamento contínuo e o treinamento intervalado são os mais utilizados para a preparação de atletas de *endurance* que participam de provas de médias e longas distâncias. Os programas de treinamento que adotam a combinação do treinamento contínuo e intervalado parecem ser mais eficientes para a melhora da *performance* (BUCHHEIT et al., 2010; BERTHOIN et al., 1996). Porém, deve-se evitar cargas excessivamente intensas que possam conduzir o atleta a estados de sobretreino principalmente nas sessões de treinamento intervalado (SEILER; KJERLAND, 2006; LEHMANN; FOSTER; KEUL, 1993). Com isso estudos têm sugerido a utilização do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  para a determinação das durações ideais dos estímulos nessas sessões de treinamento (BILLAT et al., 1999; SMITH, MCNAUGHTON E MARSHALL, 1999). Na tentativa de determinar a duração ideal desses estímulos Smith, Mcnaughton, Marshall (1999) realizaram um estudo com quatro semanas de treinamento de corrida individualizado com séries que duravam de 60% a 75% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$ . Como resultado do estudo foram observadas melhoras na *performance* de 3 km. Porém, os treinos em que as séries tiveram duração igual ou superior a 75% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  apresentaram uma maior dificuldade para execução por parte dos atletas e não foram capazes de promoverem melhoras na *performance*. Em um segundo estudo sobre o tema Smith, Coombes e Geraghty (2003) testaram duas diferentes combinações entre a  $vVO_{2max}$  e o seu respectivo  $t_{lim}$ . Os autores avaliaram as diferenças entre séries com duração de 60% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  e séries com duração de 70% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  e sua relação com as *performances* de 3 e 5 km. Os resultados do estudo demonstraram uma melhora significativa de 17 segundos na *performance* de 3 km após quatro semanas de treinamento no grupo que realizou treinos com duração de 60% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$ . Resultados expressivos também foram encontrados por Esfarjani, Laursen (2007) na *performance* de 3000 m após aplicarem um treinamento com duração das séries de 60% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$ .

Billat et al. (1999) testaram o efeito do treinamento em que os estímulos tiveram duração de 50% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  nas sessões de treinamento intervalados. Como resultado do estudo, não foram encontradas diferenças nas variáveis aeróbias associadas ao desempenho após quatro semanas de treinamento intensivo na  $vVO_{2max}$  e seu respectivo  $t_{lim}$ . Com os resultados desses estudos é possível concluir que a duração ideal dos estímulos nas sessões de treinamento é de 60% do  $t_{lim}$ , visto que treinamentos em intensidades mais ou menos elevadas do que as apresentadas não foram capazes de promover melhoras nas *performances*.

# **5 MÉTODOS**

## **5.1 Participantes**

Participaram do estudo 16 homens corredores de *endurance* moderadamente treinados experientes em provas de 10 km, com idade entre 18 e 35 anos. Os participantes do presente estudo tomaram conhecimento de todos os procedimentos experimentais e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo I) e também responderam à ficha de anamnese (Apêndice I).

A participação no estudo foi voluntária e isenta de qualquer bônus ou ônus.

Os critérios de inclusão para o estudo foram: apresentar o tempo entre 34 e 44 minutos para a distância de 10 km, idade de 18 a 35 anos, não ser fumante, diabético, hipertenso, asmático e/ou apresentar qualquer desordem cardiovascular.

Dos 16 corredores que iniciaram o estudo, dois participantes não retornaram para as avaliações após as quatro semanas de treinamento. Assim, o estudo foi concluído com a participação de 14 corredores.

Os procedimentos utilizados nesta pesquisa seguiram as regulamentações exigidas na Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa local (Parecer # 1.022.468/2015) (Anexo III).

## **5.2 Delineamento Experimental**

Ao início do estudo os participantes foram aleatoriamente divididos em dois grupos experimentais compostos por oito participantes cada: um grupo realizou o treinamento baseado em um modelo prescrito pela intensidade mínima de esforço referente à ocorrência do  $VO_{2max}$  ( $vVO_{2max}$ ) e seu respectivo  $t_{lim}$  sendo esse grupo denominado  $GVO_2$  e o outro grupo realizou o treinamento prescrito pela intensidade da  $V_{pico}$  e seu respectivo  $t_{lim}$  sendo esse grupo denominado GVP.

Os participantes realizaram cinco visitas ao Laboratório de Fisiologia do Esforço (LABFISE) (Anexo V): cinco visitas pré e quatro pós o período de treinamento. As visitas foram divididas da seguinte maneira:

1ª visita: avaliação antropométrica, familiarização com o ergômetro (esteira ergométrica automática multiprogramável INBRAMED Super ATL, Porto Alegre – Brasil), e a escala de percepção subjetiva do esforço (PSE) (BORG, 2000) (Anexo III).

2ª e 4ª visita: realização do teste incremental contínuo de esforço máximo, com inclinação da esteira fixada em 1%, para a determinação da  $v\dot{V}O_{2max}$  ou da  $V_{pico}$ .

3ª e 5ª visita: realização do teste contínuo, com inclinação da esteira fixada em 1%, para a determinação do  $t_{lim}$  na  $v\dot{V}O_{2max}$  ou na  $V_{pico}$ .

Após essas avaliações laboratoriais, os participantes realizaram uma *performance* de 10 km na pista de atletismo (400 m).

Os testes foram realizados em dias diferentes, com intervalo de pelo menos 48 horas. Os participantes foram instruídos a não se alimentarem nas duas horas antecedentes aos testes, a se absterem do consumo de cafeína e álcool e não realizarem exercícios físicos extenuantes 24 horas antes de cada visita ao laboratório. Na semana seguinte às avaliações os participantes iniciaram um programa treinamento de quatro semanas baseado na intensidade de  $v\dot{V}O_{2max}$  ou  $V_{pico}$  a partir da divisão prévia e aleatória dos grupos.

Todas as avaliações pré-treinamento acima citadas foram conduzidas também após o período de quatro semanas de treinamento.

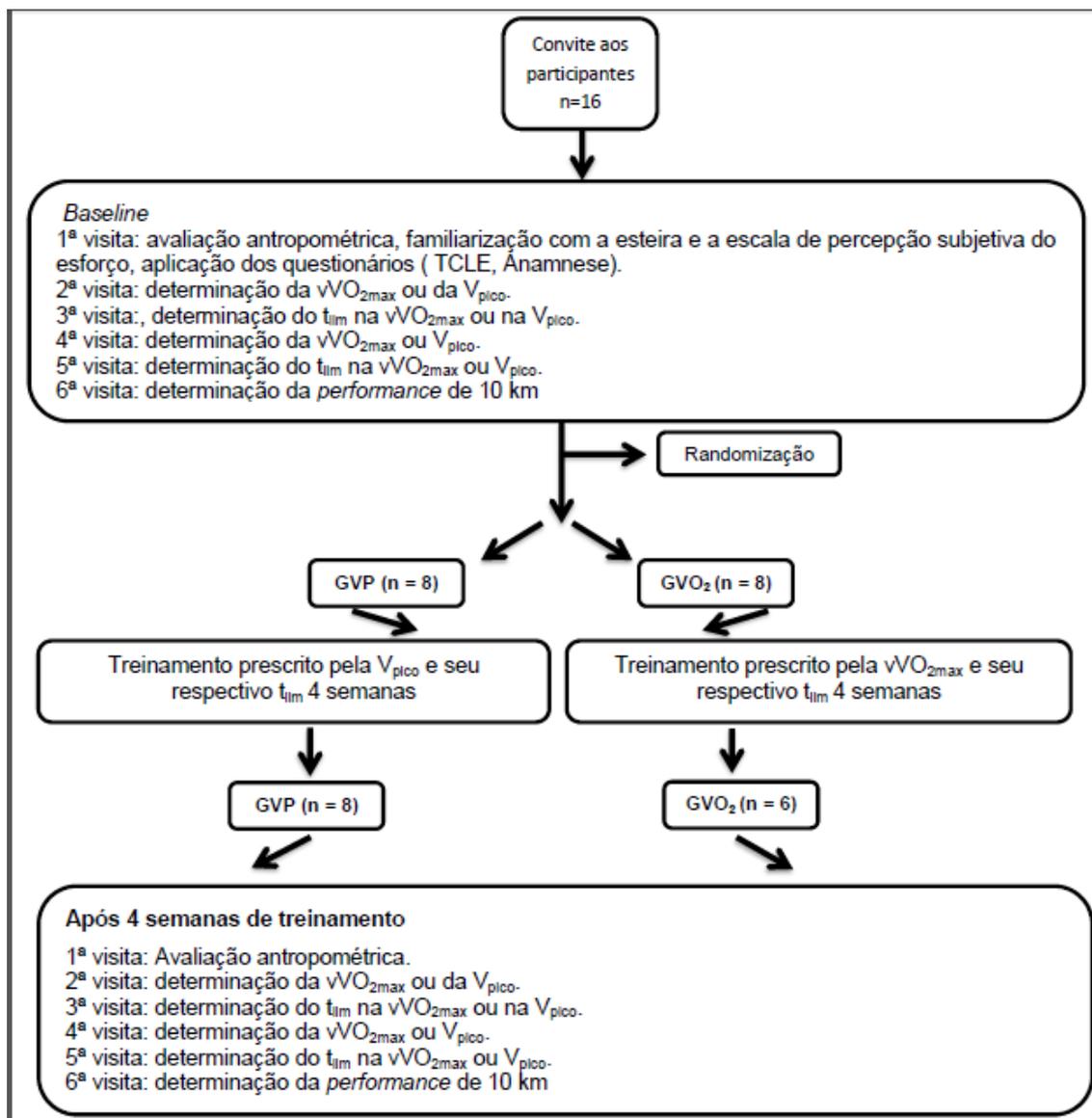


Figura 1. Delineamento experimental do estudo.

### 5.3 Avaliação antropométrica

Foi realizada avaliação antropométrica e de composição corporal envolvendo as medidas de massa corporal (kg), estatura (cm), Índice de Massa Corporal (IMC em  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) e dobras cutâneas (tricipital, subescapular, peitoral, axilar média, supra ilíaca, abdominal e coxa medial em mm) para posterior determinação do percentual de gordura (%G). Esta variável foi determinada a partir da equação proposta por Jackson e Pollock (1978), que utiliza sete dobras para o cálculo da densidade corporal (DC) e a fórmula de Siri (1961) para o cálculo do %G:

DC= (1,112)-(0,00043499 (somatório das 7 dobras) +0,00000055 (somatório das 7 dobras)<sup>2</sup> -0,00028826 (idade)

%G= [(4,85/DC) - 4,39] x 100

#### 5.4 Determinação da velocidade pico ( $V_{pico}$ )

O teste incremental para determinação da  $V_{pico}$  foi precedido de um aquecimento de três minutos a  $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  e iniciou-se a  $10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  com incrementos de  $1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  a cada três minutos (Alves, 2013; MACHADO et al., 2013). Os testes foram mantidos até exaustão voluntária e os participantes foram encorajados verbalmente a se manterem em esforço pelo maior tempo possível. Foram realizadas coletas de amostras de sangue ( $25 \mu\text{l}$ ) do lóbulo da orelha para determinação das concentrações de lactato sanguíneo ([La]) previamente ao início dos testes ( $La_{pré}$ ), ao final ( $La_{pós}$ ), ao 3<sup>o</sup> ( $La_{3-min}$ ) e 5<sup>o</sup> ( $La_{5-min}$ ) minutos após o término do teste para determinação da concentração pico de lactato ( $La_{pico}$ ). As amostras de sangue foram armazenadas em tubos tipo Eppendorff contendo  $50 \mu\text{l}$  de fluoreto de sódio (NaF) a 1%, e analisadas em aparelho eletroquímico (YSI 2300 STAT, *Yellow Springs* - Ohio, USA). A concentração de  $La_{pico}$  foi definida para cada participante como a maior concentração de lactato sanguíneo pós-exercício obtida entre o minuto zero e cinco. Ao final de cada estágio e ao final do teste foram monitoradas a frequência cardíaca (FC) por meio do monitor cardíaco (Polar RS800, Kempele - Finlândia) e a percepção subjetiva de esforço (PSE) pela escala de Borg de pontuação entre 6 e 20 (BORG, 2000) (Anexo VI).

A  $V_{pico}$  foi considerada a máxima velocidade de corrida atingida durante o teste incremental; caso o participante não concluísse o último estágio iniciado, a  $V_{pico}$  foi calculada com base no tempo parcial permanecido no último estágio atingido, a partir da equação proposta por Kuipers et al. (2003):

$$V_{pico} = V_{completado} + t/T \times \text{incremento de velocidade}$$

No qual  $V_{completado}$  é a velocidade do último estágio completado ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ );  $t$  é o tempo (segundos) em que o participante permaneceu no estágio incompleto;  $T$  é a duração total (segundos) de cada estágio; e o incremento de velocidade é a taxa de aumento em cada estágio ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ).

### 5.5 Determinação do tempo limite ( $t_{lim}$ ) referente à velocidade pico ( $V_{pico}$ )

Para determinação deste parâmetro foi realizado um teste de corrida em esteira rolante (previamente referenciada) com inclinação fixada em 1%. O protocolo para determinação do  $t_{lim}$  constituiu em 15 minutos de aquecimento com intensidade equivalente a 60% da  $V_{pico}$ , sendo que após esse tempo a velocidade foi automaticamente aumentada até atingir 100% da  $V_{pico}$  e os participantes permaneceram nessa velocidade pelo maior tempo possível sob forte encorajamento verbal (BILLAT et al., 1996b). Foram realizadas coletas de amostras de sangue do lóbulo da orelha para determinação das [La] seguindo os mesmos procedimentos descritos anteriormente. A FC foi monitorada por meio do monitor cardíaco (Polar RS800, Kempele - Finlândia) e a percepção subjetiva de esforço (PSE) pela escala de Borg de pontuação entre 6 e 20 (BORG, 2000) (Anexo VI).

### 5.6 Determinação do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ )

Para a determinação desta variável foi realizado um teste de esforço máximo exatamente igual ao teste para determinação da  $V_{pico}$ ; no entanto, houve coleta de gases para a determinação do  $VO_{2max}$  por meio de um sistema de espirometria de circuito aberto, a partir do analisador de gases portátil K4b<sup>2</sup> (Cosmed, Roma, Itália) que fornece informações sobre o comportamento respiratório a cada respiração (*breath by breath*). Os dados foram reduzidos às médias de 15 segundos. O  $VO_{2max}$  foi considerado como o maior valor obtido durante o teste nesses intervalos de 15 segundos. O referido equipamento foi calibrado antes de cada teste de acordo com as recomendações do fabricante. Foram realizadas coletas de amostras de sangue do lóbulo da orelha para determinação das [La] seguindo os mesmos procedimentos descritos anteriormente. A FC foi monitorada por meio do monitor cardíaco (Polar RS800, Kempele - Finlândia) e a percepção subjetiva de esforço (PSE) pela escala de Borg de pontuação entre 6 e 20 (BORG, 2000) (Anexo VI).

### 5.7 Determinação da velocidade referente à ocorrência do $VO_{2max}$ ( $vVO_{2max}$ )

A  $vVO_{2max}$  foi determinada no mesmo teste utilizado para a identificação do  $VO_{2max}$ . Os dados registrados no teste foram reduzidos às médias de 15 segundos pelo próprio software do analisador de gases portátil K4b<sup>2</sup> (Cosmed, Roma, Itália) e, através de uma inspeção visual, a  $vVO_{2max}$  foi considerada a menor velocidade de esforço na qual observou-se a ocorrência do  $VO_{2max}$  (BILLAT et al., 1994a; BILLAT et al., 1999).

### 5.8 Determinação do tempo limite ( $t_{lim}$ ) na velocidade referente ao $VO_{2max}$ ( $vVO_{2max}$ )

Para determinação deste parâmetro foi aplicado o mesmo protocolo utilizado para a determinação do  $t_{lim}$  na  $V_{pico}$ , utilizando como parâmetros os valores da  $vVO_{2max}$ . Foram realizadas coletas de amostras de sangue do lóbulo da orelha para determinação das [La] seguindo os mesmos procedimentos descritos anteriormente. A FC foi monitorada por meio do monitor cardíaco (Polar RS800, Kempele - Finlândia) e a PSE pela escala de Borg de pontuação entre 6 e 20 (BORG, 2000) (Anexo VI).

### 5.9 Performance de 10 km

Os participantes realizaram um teste de campo para determinação da velocidade média da *performance* na prova de 10 km. A *performance* foi conduzida em pista oficial de atletismo (400 m) após um período de 10 minutos de aquecimento livre. Durante o teste foi computado o tempo de prova para o cálculo da velocidade média e a cada volta foi registrado o valor da PSE pela escala de Borg de pontuação entre 6 e 20 (BORG, 2000) (Anexo VI) e a FC foi monitorada por meio do monitor cardíaco (Polar RS800, Kempele - Finlândia). Foram realizadas coletas de amostras de sangue do lóbulo da orelha para determinação das [La] para os mesmo momentos como descrito anteriormente.

### 5.10 Protocolo de Treinamento

Todas as sessões de treinamento foram realizadas na pista de atletismo, no período entre 17:00 e 21:00 horas devido à disponibilidade dos participantes e ao fato do desempenho mostrar-se melhor durante o período noturno (CRUZ

et al., 2013). As sessões de treinamento foram monitoradas com base na percepção subjetiva de esforço da sessão ( $PSE_{sessão}$ ) (FOSTER et al., 1998) (Anexo IV). O protocolo de treinamento consistiu em dois tipos de treinamento de corrida: contínuo de moderada intensidade e treinamento intervalado de alta intensidade (intervalado curto e intervalado longo), sendo esses prescritos com base na  $V_{pico}$  e no  $t_{lim}$  na  $V_{pico}$  para o grupo GVP (tabela 1) e  $vVO_{2max}$  e  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  para o grupo  $GVO_2$  (tabela 2), determinados no momento pré-treinamento. Foram aplicadas duas sessões de exercícios de estabilização por semana (antes das sessões dos treinamentos contínuos). Cada sessão de exercícios de estabilização foi composta por oito exercícios funcionais tendo como carga a própria massa corporal do corredor com duração de 30 segundos de execução e 30 segundos de pausa, sendo executados duas vezes cada exercício; e mais duas sessões de educativos de corrida (antes das sessões dos treinamentos intervalados).

As sessões de treinamento do grupo  $GVO_2$  e GVP foram precedidas de um aquecimento de 15 minutos, sendo cinco minutos destinados à realização de uma corrida de baixa intensidade a uma velocidade autosselecionada, cinco minutos de alongamento e cinco minutos de corrida a 60% da  $V_{pico}$  ou  $vVO_{2max}$  (SMITH; MCNAUGHTON; MARSHALL, 1999). O mesmo procedimento foi adotado após a série principal de cada sessão de treinamento.

Os participantes dos dois grupos de treinamento foram submetidos ao treinamento com frequência de cinco vezes por semana durante o período de quatro semanas. Foram realizadas em total de 10 sessões de treinamento contínuo e 10 sessões de treinamento intervalado, sendo que nas semanas ímpares foram realizadas três sessões de treinamentos contínuos e duas de treinamento intervalado e nas semanas pares ocorreu o inverso (tabela 3). As sessões de treinamento dos grupos foram diferenciadas pelo método de prescrição ( $V_{pico}$  e seu respectivo  $t_{lim}$  para o grupo GVP e  $vVO_{2max}$  e seu respectivo  $t_{lim}$  para o grupo  $GVO_2$ ).

Tabela 1. Treinos contínuos e intervalados utilizados durante as sessões para o grupo GVP (baseados nos estudos de Buchheit et al., 2010; Esfarjani; Laursen, 2007; Smith; Coombes; Geraghty, 2003; Billat et al., 1999).

Semanas 1 e 2	
<b>Treinamento contínuo</b>	45 ± 2,5 minutos a 75 ± 4% da $V_{pico}$ .
<b>Treinamento intervalado curto</b>	$X^{\#}$ séries a 120 ± 2% da $V_{pico}$ com duração de 10% do seu respectivo $t_{lim}$ e intervalos (passivo)* com duração de 30% do $t_{lim}$ na $V_{pico}$ .
<b>Treinamento intervalado longo</b>	$X^{\#}$ séries a 100 ± 2% da $V_{pico}$ com duração de 60% do seu respectivo $t_{lim}$ e intervalos (passivo)* com duração de 60% do $t_{lim}$ na $V_{pico}$ .
Semanas 3 e 4	
<b>Treinamento contínuo</b>	60 ± 2,5 minutos a 75 ± 4% da $V_{pico}$ .
<b>Treinamento intervalado curto</b>	$X^{\#}$ séries a 120 ± 2% da $V_{pico}$ com duração de 10% do $t_{lim}$ da $V_{pico}$ e intervalos (passivo)* com duração de 30% do $t_{lim}$ na $V_{pico}$ .
<b>Treinamento intervalado longo</b>	$X^{\#}$ séries a 100 ± 2% da $V_{pico}$ com duração de 60% do $t_{lim}$ e intervalos (passivo)* com duração de 60% do $t_{lim}$ na $V_{pico}$ .

# O número de séries realizadas por cada participante foi ajustada para que a duração total da sessão de treinamento intervalado fosse de 30 ± 2,5 minutos.

Tabela 2. Treinos contínuos e intervalados utilizados durante as sessões para o grupo GVO<sub>2</sub> (baseados nos estudos de Buchheit et al., 2010; Esfarjani; Laursen, 2007; Smith; Coombes; Geraghty, 2003; Billat et al., 1999).

Semanas 1 e 2	
<b>Treinamento contínuo</b>	45 ± 2,5 minutos a 75 ± 4% da vVO <sub>2max</sub> .
<b>Treinamento intervalado curto</b>	X <sup>#</sup> séries a 120 ± 2% da vVO <sub>2max</sub> com duração de 10% do seu respectivo t <sub>lim</sub> e intervalos (passivo)* com duração de 30% do t <sub>lim</sub> na vVO <sub>2max</sub> .
<b>Treinamento intervalado longo</b>	X <sup>#</sup> séries a 100 ± 2% da vVO <sub>2max</sub> com duração de 60% do seu respectivo t <sub>lim</sub> e intervalos (passivo)* com duração de 60% do t <sub>lim</sub> na vVO <sub>2max</sub> .
Semanas 3 e 4	
<b>Treinamento contínuo</b>	60 ± 2,5 minutos a 75 ± 4% da vVO <sub>2max</sub> .
<b>Treinamento intervalado curto</b>	X <sup>#</sup> séries a 120 ± 2% da vVO <sub>2max</sub> com duração de 10% do t <sub>lim</sub> da vVO <sub>2max</sub> e intervalos (passivo)* de 30% do t <sub>lim</sub> da vVO <sub>2max</sub> .
<b>Treinamento intervalado longo</b>	X <sup>#</sup> séries a 100 ± 2% da vVO <sub>2max</sub> com duração de 60% do t <sub>lim</sub> da vVO <sub>2max</sub> e intervalos (passivo)* de 60% do t <sub>lim</sub> da vVO <sub>2max</sub> .

#O número de séries realizadas por cada participante foi ajustada para que a duração total da sessão de treinamento intervalado fosse de 30 ± 2,5 minutos.

Na tabela 3 está apresentado a aplicação do protocolo de treinamento de corrida para um participante do Grupo GVP, que apresentava uma  $V_{\text{pico}}$  de  $17 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  e um tempo limite de 353 segundos.

Tabela 3. Exemplo da aplicação do protocolo de treinamento de corrida

<b>Semanas 1 e 2</b>	
<b>Treinamento contínuo</b>	$\cong 9,6 \text{ km}$ duração de 45 minutos
<b>Treinamento intervalado curto</b>	14 séries de: 200 metros – duração $\cong 35$ segundos . pausa passiva de $\cong 1:45 \text{ min.}$
<b>Treinamento intervalado longo</b>	5 séries de: 1000 metros – duração $\cong 3:32\text{min.}$ pausa passiva de $\cong 3:32 \text{ min.}$
<b>Semanas 3 e 4</b>	
<b>Treinamento contínuo</b>	$\cong 12,8 \text{ km}$ – duração de 60 minutos
<b>Treinamento intervalado curto</b>	14 séries de: 200 metros – duração $\cong 35$ segundos . pausa passiva de $\cong 1:45 \text{ min.}$
<b>Treinamento intervalado longo</b>	5 séries de: 1000 metros – duração $\cong 3:32\text{min.}$ pausa passiva de $\cong 3:32 \text{ min.}$

Tabela 4. Distribuição dos treinos para os grupos GVP e GVO<sub>2</sub>.

<b>Semana 1</b>				
<b>Treinamento 1</b> Exercícios de estabilização e treinamento contínuo	<b>Treinamento 2</b> Educativos de corrida/ Treinamento Intervalado longo	<b>Treinamento 3</b> Treinamento Contínuo	<b>Treinamento 4</b> Educativos de corrida/ Treinamento intervalado curto	<b>Treinamento 5</b> Exercícios de estabilização e treinamento contínuo
<b>Semana 2</b>				
<b>Treinamento 1</b> Educativos de corrida/ Treinamento Intervalado longo	<b>Treinamento 2</b> Exercícios de estabilização e treinamento contínuo	<b>Treinamento 3</b> Treinamento Intervalado curto	<b>Treinamento 4</b> Exercícios de estabilização e treinamento contínuo	<b>Treinamento 5</b> Educativos de corrida/ Treinamento intervalado longo
<b>Semana 3</b>				
<b>Treinamento 1</b> Exercícios de estabilização e treinamento contínuo	<b>Treinamento 2</b> Educativos de corrida/ Treinamento Intervalado curto	<b>Treinamento 3</b> Treinamento Contínuo	<b>Treinamento 4</b> Educativos de corrida/ Treinamento intervalado longo	<b>Treinamento 5</b> Exercícios de estabilização e treinamento contínuo
<b>Semana 4</b>				
<b>Treinamento 1</b> Educativos de corrida/ Treinamento Intervalado curto	<b>Treinamento 2</b> Exercícios de estabilização e treinamento contínuo	<b>Treinamento 3</b> Treinamento Intervalado longo	<b>Treinamento 4</b> Exercícios de estabilização e treinamento contínuo	<b>Treinamento 5</b> Educativos de corrida/ Treinamento intervalado curto

### 5.11 Análise Estatística

As variáveis estão apresentadas em média  $\pm$  desvio padrão (DP). A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. A comparação entre os momentos pré e pós-treinamento para os dois grupos experimentais foi feita pela ANOVA mista de medidas repetidas.

As correlações entre os parâmetros aeróbios e anaeróbios com a *performance* de 10 km foram realizadas por meio do coeficiente de correlação de Pearson. Todas as análises foram realizadas no software SPSS (v.20, SPSS Inc., Chicago, IL, USA), adotando um nível de significância de  $P < 0,05$ .

## 6 RESULTADOS

As características da amostra e dos grupos podem ser observadas na tabela 4. Não foram observadas diferenças significantes entre os grupos (GVP e GVO<sub>2</sub>).

Tabela 5 – Características dos participantes: Idade (anos); estatura (cm); massa corporal (kg); % gordura; tempo de prática (anos) e nível de significância (*P*)

Variáveis	GVP (n = 8)		<i>P</i>	GVO <sub>2</sub> (n = 6)		<i>P</i>
	Pré	Pós		Pré	Pós	
Idade (anos)	28,8 ± 5,4	-		29,7 ± 5,6	-	
Estatura (cm)	174,8 ± 3,4	-		175,5 ± 5,5	-	
Massa corporal (kg)	68,0 ± 8,2	67,76 ± 8,0	0,457	77,0 ± 12,8	76,2 ± 11,3	0,314
% Gordura	8,7 ± 4,1	8,4 ± 4,0	0,367	11,3 ± 5,1	9,7 ± 3,6	0,092
Tempo de prática (anos)	3,5 ± 3,1	-		4,8 ± 5,4	-	

*P* < 0,05

GVP – Grupo de treinamento prescrito pela  $V_{pico}$  e seu respectivo  $t_{lim}$ ; GVO<sub>2</sub> – Grupo de treinamento prescrito pela  $vVO_{2max}$  e seu respectivo  $t_{lim}$ .

As variáveis  $V_{pico}$ , duração total do teste incremental,  $FC_{max}$ ,  $PSE_{max}$  e  $t_{lim}$  na  $V_{pico}$  e suas comparações entre os grupos e momentos (pré e pós-treinamento) estão apresentadas na tabela 5. Os resultados encontrados demonstram uma melhora significativa da  $V_{pico}$  em ambos os grupos: GVP = 5,4% (*P* = 0,01) e GVO<sub>2</sub> = 3,6% (*P* = 0,03) após quatro semanas de treinamento. Também foi observado um aumento significativo no tempo na duração total do teste em ambos os grupos: GVP = 12,3% (*P* = 0,01) e GVO<sub>2</sub> = 10,2% (*P* = 0,06). Em relação às demais variáveis avaliadas ( $FC_{max}$ ,  $PSE_{max}$ ,  $t_{lim}$  na  $V_{pico}$  e  $Lac_{pico}$ ) não houve diferença estatística entre os momentos pré e pós-treinamento quando analisados cada grupo de forma separada. Além disso, quando comparados os grupos também não foram observadas diferenças significantes nas variáveis avaliadas durante o teste incremental para determinação da  $V_{pico}$ .

Tabela 6 - Valores médios  $\pm$  desvio padrão (DP), diferença percentual (Dif. %) e nível de significância ( $P$ ) referente às variáveis:  $V_{pico}$ , ( $km \cdot h^{-1}$ ) duração total do teste incremental (min),  $FC_{max}$  (bpm),  $PSE_{max}$ ,  $Lac_{pico}$  ( $mmol \cdot L^{-1}$ ) e  $t_{lim}$  na  $V_{pico}$  (min) obtidas a partir do protocolo incremental para determinação da  $V_{pico}$ .

Variável	GVP (n = 8)				GVO <sub>2</sub> (n = 6)			
	Pré	Pós	Dif. %	$P$	Pré	Pós	Dif. %	$P$
$V_{pico}$ ( $km \cdot h^{-1}$ )	16,7 $\pm$ 1,2	17,6 $\pm$ 1,5*	5,4 $\pm$ 4,5	0,01	17,1 $\pm$ 1,9	17,7 $\pm$ 1,6*	3,6 $\pm$ 2,8	0,03
Duração (min)	23,0 $\pm$ 3,7	25,8 $\pm$ 4,4*	12,3 $\pm$ 8,3	0,005	24,3 $\pm$ 5,7	26,4 $\pm$ 4,7*	10,2 $\pm$ 10,4	0,06
$FC_{max}$ (bpm)	189 $\pm$ 5,0	191 $\pm$ 6,0	0,9 $\pm$ 1,1	0,200	183 $\pm$ 10,0	184 $\pm$ 12,0	1,0 $\pm$ 3,9	0,56
$PSE_{max}$	19,9 $\pm$ 0,4	19,9 $\pm$ 0,4	-0,6 $\pm$ 3,2	0,227	19,7 $\pm$ 0,5	19,8 $\pm$ 0,4	0,9 $\pm$ 3,9	0,61
$Lac_{pico}$ ( $mmol \cdot L^{-1}$ )	9,3 $\pm$ 0,6	10,3 $\pm$ 0,8	7,6 $\pm$ 4,5	0,16	8,0 $\pm$ 0,6	9,0 $\pm$ 1,0	8,2 $\pm$ 2,8	0,34
$t_{lim}$ (min)	6,8 $\pm$ 1,6	6,7 $\pm$ 1,3	-0,5 $\pm$ 11,5	0,69	7,7 $\pm$ 1,8	6,8 $\pm$ 2,3	-11,8 $\pm$ 16,2	0,86

\*  $P < 0,05$  em relação ao momento pré para o mesmo grupo

As comparações dos valores de  $VO_{2max}$ ,  $vVO_{2max}$ , duração total do teste incremental,  $FC_{max}$ ,  $PSE_{max}$  e  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  estão apresentados na tabela 6. Após quatro semanas de treinamento foi observada uma melhora significativa da  $vVO_{2max}$  apenas no grupo GVP = 4,0%; ( $P = 0,01$ ). Em relação à duração total do teste, foi observado um aumento significativo em ambos os grupos GVP = 9,5% ( $P = 0,036$ ) e GVO<sub>2</sub> = 5,0% ( $P = 0,047$ ).

As demais variáveis avaliadas durante o teste incremental para a determinação da  $vVO_{2max}$  ( $VO_{2máx}$ ;  $FC_{max}$ ,  $PSE_{max}$ ,  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  e  $Lac_{pico}$ ) não apresentaram diferenças significantes entre os momentos pré e pós-treinamento quando analisados cada grupo de forma separada. Além disso, quando comparados ambos os grupos também não foram observadas diferenças significantes nas variáveis avaliadas durante o teste incremental.

Tabela 7. Valores médios  $\pm$  desvio padrão (DP), diferença percentual (Dif. %) e nível de significância ( $P$ ) das variáveis  $VO_{2max}$  ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ),  $vVO_{2max}$  ( $km \cdot h^{-1}$ ), duração total do teste incremental (min),  $FC_{max}$  (bpm),  $PSE_{max}$ ,  $Lac_{pico}$  ( $mmol \cdot L^{-1}$ ) e  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  (min) obtidas a partir do protocolo de determinação da  $vVO_{2max}$

Variável	GVP (n = 8)				GVO <sub>2</sub> (n = 6)			
	Pré	Pós	Dif. %	$P$	Pré	Pós	Dif. %	$P$
$VO_{2max}$ ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )	50,2 $\pm$ 3,5	50,0 $\pm$ 2,3	-0,01 $\pm$ 6,1	0,871	49,0 $\pm$ 6,9	48,9 $\pm$ 6,1	0,02 $\pm$ 4,0	0,909
$vVO_{2max}$ ( $km \cdot h^{-1}$ )	16,4 $\pm$ 1,4	17,0 $\pm$ 1,3*	4,0 $\pm$ 3,3	0,011	17,2 $\pm$ 1,7	17,5 $\pm$ 1,9	2,0 $\pm$ 3,1	0,175
Duração (min)	21,6 $\pm$ 4,8	23,3 $\pm$ 4,2*	9,5 $\pm$ 13,1	0,036	23,7 $\pm$ 5,9	24,9 $\pm$ 5,2*	5,0 $\pm$ 6,6	0,047
$FC_{max}$ (bpm)	193 $\pm$ 11,0	190 $\pm$ 6,0	-1,3 $\pm$ 4,65	0,405	183 $\pm$ 8,0	182 $\pm$ 7,0	-0,4 $\pm$ 2,2	0,637
$PSE_{max}$	18,8 $\pm$ 2,1	19,5 $\pm$ 1,1	4,7 $\pm$ 7,4	0,11	19,0 $\pm$ 1,7	19,3 $\pm$ 1,3	1,8 $\pm$ 4,5	0,36
$Lac_{pico}$ ( $mmol \cdot L^{-1}$ )	9,1 $\pm$ 1,9	8,8 $\pm$ 1,3	-2,6 $\pm$ 11,4	0,53	8,4 $\pm$ 1,1	8,0 $\pm$ 2,5	-10,4 $\pm$ 28,8	0,74
$t_{lim}$ (min)	7,5 $\pm$ 1,7	6,7 $\pm$ 1,1	-7,8 $\pm$ 23,8	0,308	6,3 $\pm$ 1,4	6,1 $\pm$ 2,1	0,6 $\pm$ 30,6	0,864

\*  $P < 0,05$  em relação ao momento pré para o mesmo grupo.

Na tabela 7 estão apresentados os valores pré e pós-treinamento das variáveis obtidas na *performance* de 10 km não foram encontradas diferenças em nenhuma das variáveis analisadas quando comparados ambos os grupos nos momentos pré e pós-treinamento. No entanto, quando analisados cada grupo de forma separada, em relação ao tempo nos 10 km foi encontrada uma redução percentual significativa em ambos os grupos GVP (- 3,4%;  $P = 0,04$ ) e GVO<sub>2</sub> (- 2,2%;  $P = 0,048$ ) após o programa de treinamento. Além disso, foi encontrado um aumento significativo na velocidade média (VM) de 3,7% para o GVP ( $P = 0,04$ ) e de 2,3% para o GVO<sub>2</sub> ( $P = 0,036$ ) após quatro semanas de treinamento. Em relação às demais variáveis analisadas ( $FC_{med}$ ,  $PSE_{max}$ ,  $Lac_{pico}$ ) não foram encontradas diferenças significantes.

Tabela 8. Valores médios  $\pm$  desvio padrão (DP), diferença percentual (Dif. %) e nível de significância ( $P$ ) das variáveis tempo na prova de 10 km (min), Velocidade média (VM) dos 10 km ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ),  $\text{FC}_{\text{med}}$  (bpm),  $\text{PSE}_{\text{max}}$  e  $\text{Lac}_{\text{pico}}$  ( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ), obtidas a partir das *performance* de 10 km em pista.

Variável	GVP (n = 8)				GVO <sub>2</sub> (n = 6)			
	Pré	Pós	Dif. %	$P$	Pré	Pós	Dif. %	$P$
Tempo (min)	41,3 $\pm$ 2,4	39,9 $\pm$ 2,7*	-3,4 $\pm$ 3,9	0,04	40,1 $\pm$ 3,4	39,2 $\pm$ 2,9*	-2,2 $\pm$ 1,9	0,048
VM 10 km	14,6 $\pm$ 0,9	15,1 $\pm$ 1,1*	3,7 $\pm$ 4,2	0,04	15,1 $\pm$ 1,3	15,4 $\pm$ 1,2*	2,3 $\pm$ 2,1	0,036
$\text{FC}_{\text{med}}$ (bpm)	179 $\pm$ 3,0	179 $\pm$ 2,0	1,1 $\pm$ 2,6	0,64	171 $\pm$ 4,0	173 $\pm$ 3,0	0,1 $\pm$ 1,4	0,190
$\text{PSE}_{\text{max}}$	18,8 $\pm$ 1,9	18,8 $\pm$ 1,9	-1,9 $\pm$ 5,7	0,69	18 $\pm$ 2,8	17,0 $\pm$ 2,6	-5,5 $\pm$ 6,5	0,580
$\text{Lac}_{\text{pico}}$ ( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ )	7,8 $\pm$ 2,0	7,7 $\pm$ 1,7	-4,2 $\pm$ 28,5	0,92	6,7 $\pm$ 0,6	7,4 $\pm$ 0,8	8,0 $\pm$ 12,9	0,200

\*  $P < 0,05$  em relação ao momento pré para o mesmo grupo.

A correlação entre a *performance* de 10 km com as variáveis  $V_{\text{pico}}$ ,  $v\text{VO}_{2\text{max}}$ ,  $t_{\text{lim}}$  na  $V_{\text{pico}}$  e na  $v\text{VO}_{2\text{max}}$ , pré e pós quatro semanas de treinamento estão apresentadas na tabela 8. As variáveis foram correlacionadas no mesmo momento, a *performance* de 10 km pré com as variáveis  $V_{\text{pico}}$ ,  $v\text{VO}_{2\text{max}}$ ,  $t_{\text{lim}}$  na  $V_{\text{pico}}$  e na  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  no momento pré treinamento e a *performance* de 10 km pós com as variáveis  $V_{\text{pico}}$ ,  $v\text{VO}_{2\text{max}}$ ,  $t_{\text{lim}}$  na  $V_{\text{pico}}$  e na  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  no momento pós treinamento. A  $V_{\text{pico}}$  e a  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  apresentaram elevada correlação com a *performance* de 10 km tanto no momento pré quanto no momento pós-treinamento em ambos os grupos. O  $\text{VO}_{2\text{max}}$  e o  $t_{\text{lim}}$  na  $V_{\text{pico}}$ , no entanto, não apresentaram correlação com a *performance* de 10 km em nenhum dos momentos. Quando analisado cada grupo de forma separada, foi observado no momento pré, elevada correlação do  $t_{\text{lim}}$  na  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  com a *performance* de 10 Km apenas no grupo GVO<sub>2</sub> no momento pré-treinamento. De forma diferente, não houve correlação entre o  $t_{\text{lim}}$  na  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  com a *performance* de 10 Km para o GVP tanto no momento pré quanto no momento pós-treinamento.

Tabela 9 Correlação entre as *performances* de 10 km pré e pós quatro semanas de treinamento com as variáveis:  $V_{\text{pico}}$  ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ),  $t_{\text{lim}}$  na  $V_{\text{pico}}$  (min),  $VO_{2\text{max}}$  ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ),  $vVO_{2\text{max}}$  ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ),  $t_{\text{lim}}$  na  $vVO_{2\text{max}}$  (min) para o momento pré e pós-treinamento.

<b>Variáveis (pré e pós)</b>	<b>GVP (n = 8)</b>		<b>GVO<sub>2</sub> (n = 6)</b>	
	<b>Performance pré</b>	<b>Performance pós</b>	<b>Performance pré</b>	<b>Performance pós</b>
$V_{\text{pico}}$ ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )	-0,97*	-0,86*	-0,95*	-0,94*
$t_{\text{lim}}$ na $V_{\text{pico}}$ (min)	-0,10	-0,01	-0,43	-0,50
$VO_{2\text{max}}$ ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )	-0,35	0,03	-0,64	-0,70
$vVO_{2\text{max}}$ ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )	-0,82*	-0,88*	-0,99*	-0,98*
$t_{\text{lim}}$ na $vVO_{2\text{max}}$ (min)	-0,05	-0,59	-0,96*	-0,55

\*  $P < 0,05$

## 7 DISCUSSÃO

---

---

O objetivo principal do estudo foi avaliar o efeito de quatro semanas de treinamento prescrito pela  $V_{\text{pico}}$ ,  $vVO_{2\text{max}}$  e seus respectivos  $t_{\text{lim}}$  em corredores de *endurance* treinados.

O principal achado do trabalho foi que o treinamento prescrito pela  $V_{\text{pico}}$  promoveu melhoras similares ao treinamento prescrito pela  $vVO_{2\text{max}}$  para corredores de *endurance* treinados, de modo a confirmar a hipótese previamente elaborada. No que diz respeito à relação entre a  $V_{\text{pico}}$  e a  $vVO_{2\text{max}}$  com a *performance* de 10 km, observamos correlações elevadas para as duas variáveis. Em relação à correlação entre a  $V_{\text{pico}}$ ,  $vVO_{2\text{max}}$  e a *performance* nossa hipótese foi refutada, pois apenas para o GVP no momento pré-treinamento a correlação com a *performance* foi mais elevada para a  $V_{\text{pico}}$  em comparação com a  $vVO_{2\text{max}}$ , logo para o  $GVO_2$  os valores de correlação da  $V_{\text{pico}}$ ,  $vVO_{2\text{max}}$  com a *performance* foram muito próximos, tanto no momento pré quanto no pós treinamento sendo ligeiramente superiores para a  $vVO_{2\text{max}}$ .

Para uma prescrição de treinamento adequada, é necessário utilizar variáveis que sejam capazes de controlar e monitorar a intensidade de esforço a ser prescrita e possíveis adaptações fisiológicas decorrentes desta prática e, o mais importante, que apresentem uma correlação com a *performance* (BORRESEN; LAMBERT, 2008).

Até onde temos conhecimento, nenhum estudo utilizou a  $V_{\text{pico}}$  para a prescrição de treinamento de *endurance* individualizada. Buchheit et al. (2010) usaram índices relacionados à MVA para prescrição de treinamento aeróbio; porém, foi adotado um protocolo de pista para sua determinação com incrementos de  $1,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a cada estágio e com duração de três minutos, além de cargas fixas dos estímulos para os sujeitos. Os autores avaliaram o efeito de oito semanas de treinamento em 14 corredores moderadamente treinados e observaram melhoras na *performance* dos 10 km em 11 dos 14 corredores. Baseado nesse estudo de Buchheit et al. (2010), os participantes do presente estudo também foram classificados como moderadamente treinados. O GVP que teve o treinamento prescrito pela  $V_{\text{pico}}$  também mostrou uma melhora na *performance* de 10 km após as quatro semanas de treinamento, sugerindo que a  $V_{\text{pico}}$

é uma variável efetiva para a prescrição de treinamento e capaz de promover melhoras na *performance* após um período de treinamento.

As melhoras encontradas na *performance* provocadas pelo treinamento prescrito pela  $V_{\text{pico}}$  foram similares às descritas por estudos que utilizaram a  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  para a prescrição de treinamento (ESFARJANI; LAURSEN, 2007; SMITH, COOMBES; GERAGHTY, 2003).

Quanto ao  $\text{GVO}_2$  que teve o treinamento prescrito pela  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  e seu respectivo  $t_{\text{lim}}$ , foi possível observar que suas melhoras foram semelhantes às observadas para o GVP na *performance* de 10 km após as quatro semanas de treinamento. Essa melhora na *performance*, vai ao encontro de estudos anteriores que utilizaram a mesma variável para a prescrição do treinamento (ESFARJANI; LAURSEN, 2007; SMITH; COOMBES; GERAGHTY 2003). Esfarjani e Laursen (2007) observaram melhoras na *performance* de 3000 m após aplicarem um treinamento de 10 semanas em 17 corredores moderadamente treinados, em que as sessões de treinamento foram prescritas pela  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  e seus respectivo  $t_{\text{lim}}$ . Da mesma forma Smith, Coombes e Geraghty (2003) demonstraram uma melhora significativa de 17 segundos na *performance* de 3 km após quatro semanas de treinamento em que as sessões de treinamento intervalado foram compostas por séries com duração de 60% do  $t_{\text{lim}}$  na  $v\text{VO}_{2\text{max}}$ .

As melhoras similares na *performance* ocasionadas pelas duas variáveis de prescrição utilizadas no presente estudo ( $V_{\text{pico}}$  e  $v\text{VO}_{2\text{max}}$ ) podem ser explicadas pelo fato das duas variáveis apresentarem uma elevada correlação entre si e com as *performances* de *endurance* (DA SILVA et al., 2015; PESERICO et al., 2015; MCLAUGHLIN et al., 2010). Esta similaridade é de grande interesse para técnicos, atletas e pesquisadores, pois atualmente a  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  é consolidada como uma variável para predizer *performance*, monitoramento e prescrição do treinamento (BUCHHEIT et al., 2010; MIDGLEY; MCNAUGHTON; JONES, 2007; LAURSEN; JENKINS, 2002); porém, requer o uso de equipamentos dispendiosos, delicados que necessitam de pessoas treinadas para sua devida manipulação e interpretação dos dados, tornando a sua utilização limitada a apenas alguns laboratórios de pesquisa, treinadores e atletas. Com isso, a  $V_{\text{pico}}$  é uma variável atrativa, devido a sua praticidade e baixo custo financeiro em avaliações e monitoramento de corredores de *endurance*, além de estar

associada à  $vVO_{2max}$  (PESERICO et al., 2015; DA SILVA et al., 2015; MACHADO et al., 2013) mostrando-se, a partir do presente estudo, eficiente para prescrição e ajuste de cargas de treinamento.

Além disso, a melhora na *performance* também pode estar relacionada à duração dos estímulos das sessões de treinamento intervalados longos que foram de 60% do  $t_{lim}$  da  $V_{pico}$  para o GVP e de 60% do  $t_{lim}$  da  $vVO_{2max}$  para o  $GVO_2$ , pois estudos que utilizaram a duração dos estímulos diferente de 60% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$ , não observaram melhoras na *performance* da prova e em variáveis aeróbias associadas ao desempenho (SMITH, COOMBES; GERAGHTY, 2003; BILLAT et al. 1999). Smith, Coombes e Geraghty (2003) testaram duas diferentes combinações entre a  $vVO_{2max}$  e o seu respectivo  $t_{lim}$ . Os autores avaliaram as diferenças entre séries com duração de 60% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  e séries com duração de 70% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  e sua relação com a *performance*. Os resultados do estudo demonstraram uma melhora significativa de na *performance* de 3 km após quatro semanas de treinamento apenas para o grupo que realizou treinos com duração de 60% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$ . A duração muito longa dos estímulos em sessões de treinamento intervalado pode dificultar os corredores a manterem uma velocidade elevada de corrida e até mesmo finalizarem a sessão de treinamento (SMITH, COOMBES; GERAGHTY, 2003).

Estudos mostram que além de uma intensidade adequada dos estímulos nas sessões de treinamento intervalados, é preciso identificar a duração mais adequada para alcançar uma melhora na *performance* (ESFARJANI; LAURSEN 2007; SMITH; COOMBES; GERAGHTY 2003). O presente estudo mostrou que a duração dos estímulos a 60% do  $t_{lim}$  para os treinos intervalados longos e de 10% para os intervalados curtos, independente se foi utilizada a  $V_{pico}$  ou a  $vVO_{2max}$  contribuiu para as melhoras no desempenho.

Dentre as variáveis utilizadas para a prescrição do treinamento ( $V_{pico}$ ,  $vVO_{2max}$  e seus respectivos  $t_{lim}$ ), a  $V_{pico}$  e  $vVO_{2max}$  apresentaram melhoras após o programa de treinamento. Essa melhora está associada principalmente ao modelo de prescrição utilizado no estudo para as sessões de treinamento intervalado que foram realizadas na intensidade da  $V_{pico}$  e  $vVO_{2max}$  que estaria relacionada ao  $VO_{2max}$ , a qual é considerada a intensidade ideal para exigir ao máximo o sistema aeróbio de produção de energia e

mantê-lo pelo maior tempo possível (ORTIZ et al., 2003). Além disso, os estímulos tiveram uma duração de 60% do  $t_{lim}$  da  $V_{pico}$  e  $vVO_{2max}$ , considerado o tempo necessário para se atingir o  $VO_{2max}$  e mantê-lo pelo maior tempo possível, o que provocaria uma melhora na própria variável de prescrição (ORTIZ et al., 2003; BILLAT et al., 2000). Ainda não há evidências, no entanto, sobre a existência de um limite de melhoras das variáveis de prescrição com o treinamento, ou se elas sempre vão melhorar enquanto houver melhora da *performance* da prova.

A melhora da  $V_{pico}$  é um resultado importante, pois mostra que esta é uma variável sensível ao treinamento, capaz de acompanhar as possíveis mudanças ocasionadas por este, sendo esse um dos principais requisitos para uma variável de prescrição (BORRESEN; LAMBERT, 2008). Em relação à  $vVO_{2max}$ , foi observado melhora para o GVP pós-treinamento, situação que foi diferente para o  $GVO_2$  em que não foi encontrada diferença para a variável após as quatro semanas de treinamento. Vale ressaltar que mesmo não havendo diferença estatística para a  $vVO_{2max}$ , houve melhora significativa da duração total do teste incremental quando observamos os momentos pré e pós-treinamento ( $23,7 \pm 5,9$  min vs  $24,9 \pm 5,2$  min, respectivamente). A melhora observada na duração do teste e a ausência de melhora da  $vVO_{2max}$  pode estar relacionada à metodologia adotada para a sua determinação, que consiste em registrar a mínima intensidade na qual foi observada a ocorrência do  $VO_{2max}$  (BILLAT et al., 1994a; BILLAT et al., 1999). Além de ser dependente do  $VO_{2max}$ , em sua estimativa não é levado em consideração o tempo total de permanência no teste; sendo assim, mesmo com a melhora na duração do teste, a ocorrência do  $VO_{2max}$  pode ser observada em intensidades idênticas entre os momentos pré e pós-treinamento, não tendo alteração na  $vVO_{2max}$ , fato este que não ocorre com a  $V_{pico}$  se aplicado o ajuste de Kuipers et al. (2003), que leva em consideração a duração precisa do estágio incompleto. Esse resultado mostra que a  $vVO_{2max}$  determinada por esse protocolo pode não ser uma boa alternativa de variável para o monitoramento de treinamento quando as possíveis adaptações forem pequenas. Por outro lado isso fortalece a utilização da  $V_{pico}$  como variável para monitoramento e prescrição de treinamento visto que ela é sensível a pequenas alterações provocadas pelo treinamento, comportamento que é de grande interesse para treinadores visto que quanto mais treinado é o atleta menor serão seus

ganhos, e mesmo sendo pequenos esses ganhos devem ser detectados para o planejamento de um novo protocolo de treinamento.

Quanto ao  $t_{lim}$  na  $V_{pico}$  e na  $vVO_{2max}$ , não foi encontrada diferença para esta variável após o programa de quatro semanas de treinamento. Este é um resultado importante, pois foram demonstradas melhoras tanto na  $V_{pico}$  quanto na  $vVO_{2max}$ , ou seja, os participantes conseguiram permanecer o mesmo tempo no teste de  $t_{lim}$ ; porém, em intensidades mais elevadas após as quatro semanas de treinamento. Nossos resultados estão de acordo com resultados de estudos anteriores, como o de Billat et al. (1999), que também não encontraram diferença no  $t_{lim}$  após um protocolo de quatro semanas de treinamento. Smith et al. (2003) também não encontraram diferenças significantes no  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  após quatro semanas de treinamento em que as sessões de treinamento intervalado foram compostas por estímulos com durações de 70% do  $t_{lim}$ , e por outro lado, no grupo que realizou as sessões de treinamento intervalado com estímulos a 60% da duração do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$ , foi observada uma melhora significativa do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  após o programa de treinamento. Ainda é difícil, entretanto, destacar os fatores que determinaram as mudanças no  $t_{lim}$  desses corredores. Para alguns autores essas mudanças estão relacionadas à capacidade anaeróbia, explicado pela variação entre a  $vVO_{2max}$  e a  $vLAN$ , visto que aumentos na  $vLAN$  se dão a partir de uma demanda energética, promovida, principalmente pelo metabolismo anaeróbio (MIDGLEY; MCNAUGHTON; JONES, 2007). E por outro lado, Bertuzzi et al. (2012) mostraram que o  $t_{lim}$  é explicado por 83% da capacidade aeróbia comparado a 17% da capacidade anaeróbia, mostrando a importância que o metabolismo aeróbio exerce sobre a capacidade de sustentar a  $vVO_{2max}$ .

A variação do  $t_{lim}$  também pode estar relacionada a parâmetros biomecânicos, pois corredores que mantêm um estilo de corrida estável são capazes de permanecer mais tempo na MVA devido a uma ótima eficiência motora no  $t_{lim}$  (GAZEAU; KORALSZTEIN; BILLAT, 1997). A dificuldade em compreender os determinantes a respeito do  $t_{lim}$  também dificultam a interpretação do efeito do treinamento sobre ele. O  $t_{lim}$  parece ser uma variável que não acompanha as mudanças ocasionadas pelo treinamento; talvez a distância total percorrida na  $V_{pico}$  ou na  $vVO_{2max}$  seria mais apropriada do que o  $t_{lim}$  para determinar as melhoras ocasionadas pelo treinamento

(LAURSEN; JENKINS, 2002). Apesar disso a aplicação do  $t_{lim}$  para a prescrição de treinos intervalados favorece a maior individualização da duração de cada esforço de alta intensidade, haja vista a grande variação interindividual no  $t_{lim}$ , mesmo que a  $V_{pico}$  ou a  $vVO_{2max}$  não apresentem grandes diferenças entre os sujeitos.

Treinamentos na intensidade ou intensidades próximas ao  $VO_{2max}$  são indicados para sua melhora, pois isso acarreta uma maior sobrecarga no sistema aeróbio de produção de energia (ORTIZ et al., 2003). Os treinamentos do presente estudo foram prescritos baseados em variáveis que apresentam relação com o  $VO_{2max}$ ; porém, não foi possível observar melhoras no  $VO_{2max}$  após o programa de treinamento tanto para o GVP quanto para o  $GVO_2$ . Resultados que vão ao encontro de estudos prévios que verificaram o efeito de um programa de treinamento sobre o  $VO_{2max}$  em corredores de *endurance* treinados, em que a duração dos estímulos das sessões de treinamento intervalado também foram de 60% do  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  (SMITH et al 2003, ORTIZ et al., 2003; BILLAT et al 1999). O que podemos observar em comum nesses estudos é que, mesmo não havendo alterações no  $VO_{2max}$ , foi observada uma melhora significativa na *performance*, isso mostra que o  $VO_{2max}$  parece ser uma variável pouco treinável e sensível ao treinamento e conseqüentemente predizer a *performance* (DAVISON; SOMEREN; JONES, 2009), sugerindo assim a utilização de outras variáveis para o acompanhamento das adaptações ao treinamento (BRAGADA et al., 2010; MCLAUGHLIN et al., 2010; JONES; CARTER, 2000).

Esfarjani et al. (2007), observaram uma melhora do  $VO_{2max}$  ( $51,6 \pm 2,4$  vs  $56,0 \pm 1,4$   $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) após 10 semanas de treinamento com corredores moderadamente treinados. Resultados semelhantes também foram encontrados por Tabata et al. (1996), que observaram melhora no  $VO_{2max}$  após seis semanas de treinamento com corredores moderadamente treinados. Os dois estudos, porém, utilizaram um protocolo mais longo de treinamento comparado ao do presente estudo.

O  $VO_{2max}$  é determinado por alguns fatores, dos quais os mais importantes são a genética, idade, sexo, e treinamento (ROWLAND, 1996). No presente estudo os corredores não apresentaram alteração nos valores do  $VO_{2max}$  pós treinamento, dentre os fatores que podem influenciar o efeito do treinamento sobre o  $VO_{2max}$  se destaca o fator genético. Segundo Wilmore e Costill, (1994) cada indivíduo tem um nível de

$VO_{2max}$  que pode ser atingido, além de ter pessoas que podem ser responsivas e outras não ao mesmo tipo de treinamento, talvez isso explique o resultado do presente estudo, visto que apesar da média do grupo não ter apresentado diferença significativa após o período de treinamento, foi observado que alguns participantes, de ambos grupos, apresentaram melhora nos valores de  $VO_{2max}$  após as quatro semanas de treinamentos.

Durante testes incrementais, algumas variáveis como: FC, [La], PSE são rotineiramente utilizadas para a identificação das respostas fisiológicas geradas pelo esforço (HUGGET; CONNELLY; OVEREND, 2005), além de servirem como parâmetro para identificação do esforço máximo durante o teste incremental (FERNANDES et. al. 2006). O treinamento aeróbio pode trazer adaptações nas primeiras semanas de treinamento, principalmente aos índices relacionados à FC (HAUTALA et al., 2004). No presente estudo, entretanto, não foram observadas alterações na  $FC_{max}$  para ambos os grupos após o período de treinamento. Estudos que avaliaram o efeito de treinamento sobre a FC observaram alterações apenas na FC de repouso e relacionaram essas modificações a um aumento da atividade parassimpática (SCHARHAG-ROSENBERGER et al., 2009; GORMLEY et al., 2008; MOUROT et al., 2004). A não alteração nos valores da FC pode estar relacionada ao fato dos corredores já apresentarem um nível de treinamento considerável, sendo as quatro semanas de treinamento um período curto para promover alterações nessa variável.

Da mesma forma, a  $PSE_{max}$  também não apresentou diferença após o programa de treinamento. A PSE é uma variável que pode ser utilizada para demarcar a intensidade (FLETCHER et al. 2001) e a duração de exercício (NOAKES, 2008). De fato, ela ainda tem sido utilizada em associação à identificação de marcadores de domínios fisiológicos (SIMÕES et al., 2010). Além disso, ela apresenta uma relação com o esforço e a FC, sendo que a amplitude de respostas numéricas entre seis e 20 corresponde fortemente à amplitude máxima de FC de um adulto jovem saudável, entre 60 e 200 bpm (BORG, 2007; BORG, 1998).

Outra variável que também não apresentou diferença após o treinamento foi o  $La_{pico}$ . Não há um consenso entre estudos sobre um valor de corte da concentração de lactato sanguíneo observado ao final de um teste incremental máximo que se associe a outras variáveis determinantes de esforço máximo (MIDGLEY et al., 2007; HOWLEY;

BASSETT; WELCH, 1995). Dentre os valores de concentração de lactato mais utilizados pós-exercício como padrão para indicar se o esforço máximo do exercício foi alcançado, é a concentração igual ou superior a  $8 \text{ mmol L}^{-1}$  (HOWLEY; BASSETT; WELCH, 1995), valor que foi observado nos testes incrementais para os dois grupos em nosso estudo. Segundo Mandroukas et al. (2011) o fator primário para o aumento das [La] após esforço é a duração e a intensidade do esforço à qual o indivíduo foi submetido.

A correlação entre a  $V_{\text{pico}}$ ,  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  e a *performance* de 10 km encontrada no presente estudo também foi observada em estudos anteriores (MCLAUGHLIN et al., 2010; JONES; CARTER, 2000; BILLAT et al., 1996a). McLaughlin et al. (2010) avaliaram 17 corredores treinados (10 homens e 7 mulheres) e analisaram alguns determinantes fisiológicos da *performance*, ( $V_{\text{pico}}$ ,  $v\text{VO}_{2\text{max}}$ ,  $\text{VO}_{2\text{max}}$ ,  $\% \text{VO}_{2\text{max}}$  no LL, EC); posteriormente verificaram quais seriam as melhores preditoras da *performance* de 16 km. Como resultado do estudo, os autores observaram uma elevada correlação entre a  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  e o tempo na *performance* de 16 km ( $r = -0,97$ ) comparada à correlação entre a  $V_{\text{pico}}$  e a mesma *performance* ( $r = -0,89$ ).

De Souza et al. (2010) estudaram corredores de *endurance* moderadamente treinados. Os autores analisaram a capacidade de predição dos índices fisiológicos  $\text{VO}_{2\text{max}}$ ,  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  e LAn determinados no laboratório e no teste de pista da Universidade de Montreal para a *performance* nas distâncias de 1500, 5000 e 10000 m e os efeitos das distâncias da prova na relação entre os índices fisiológicos  $\text{VO}_{2\text{max}}$ ,  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  e LAn com a *performance*. Como resultado, somente a  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  explicou a *performance* para essas distâncias. A  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  também foi responsável por apresentar essencialmente a mesma quantidade de variação em *performance* de 10 km. Resultados semelhantes foram observados no presente estudo para o grupo  $\text{GVO}_2$  que mostrou uma maior correlação entre as *performances* de 10 km e a  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  comparada à  $V_{\text{pico}}$  tanto para o momento pré quanto no momento pós-treinamento.

Essa capacidade de predição da *performance* pela  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  está relacionada ao fato desta ser uma variável que representa uma interação entre o  $\text{VO}_{2\text{max}}$  e a EC (BUCHHEIT et al., 2010; MCLAUGHLIN et al., 2010; BILLAT; KORALSZTEIN, 1996), que são variáveis importantes para a predição da *performance*; porém, isoladas elas

não são capazes de prever a *performance* (HILL; ROWELL, 1996), principalmente em indivíduos com  $VO_{2max}$  semelhante e/ou que apresentam um alto nível de treinamento (MORGAN et al., 1989).

Diferente dos resultados anteriores, o grupo GVP apresentou uma correlação mais elevada entre a  $V_{pico}$  e a *performance* de 10 km no momento pré-treinamento comparada à  $vVO_{2max}$ . Isso vai ao encontro do estudo de da Silva et al. (2015) que avaliaram corredores recreacionais comparando a  $V_{pico}$  e a  $vVO_{2max}$  e a sua correlação com as *performances* de 10 e 15 km. Os autores também observaram uma elevada correlação entre a  $V_{pico}$  e as velocidades médias das *performances* de 10 e 15 km comparadas à  $vVO_{2max}$ . Noakes, Myburgh e Schall (1990) realizaram um estudo com corredores especialistas em longas distâncias (20 maratonistas e 23 ultra-maratonistas) com diferentes *performances* e verificaram que a  $V_{pico}$  determinada em esteira e o LL foram os melhores preditores de *performance* em provas de 10 a 90 km. Concluindo que a  $V_{pico}$  é uma ótima preditora de *performance*. Da mesma forma Stratton et al. (2009) observaram que a  $V_{pico}$  foi a variável que melhor explicou a variação da *performance* tanto no momento pré quanto no momento pós as seis semanas de treinamento de corrida.

Mesmo os grupos apresentando correlações diferentes para cada variável ( $V_{pico}$ ,  $vVO_{2max}$ ) com a *performance*, foi possível observar que ambas foram capazes de prever a *performance* nos dois grupos, justificado pelo fato das duas variáveis apresentarem elevada correlação entre si, apesar de haver uma pequena diferença em suas definições (MCLAUGHLIN et al., 2010).

Apesar de estudos mostrarem que  $VO_{2max}$  tem uma grande capacidade de predição da *performance* em corridas que vão de 3 km a ultramaratonas (MCLAUGHLIN et al., 2010; BASSETT; HOWLEY, 2000; NOAKES; MYBURGH; SCHALL, 1990), não foi possível observar no presente estudo correlação entre o  $VO_{2max}$  e a *performance* de 10 km tanto no momento pré quanto no momento pós-treinamento para os dois grupos. O fato dos corredores apresentarem um  $VO_{2max}$  semelhante pode ser o indicativo por não se observar essa correlação com a *performance*, pois o  $VO_{2max}$  não é uma variável tão eficiente para prever a *performance* quando os indivíduos apresentam  $VO_{2max}$  semelhantes (DAVISON;

SOMEREN; JONES, 2009; MORGAN et al., 1989). Resultados parecidos também foram observados por de Souza et al. (2010) mostrando que entre os indivíduos com um  $VO_{2max}$  semelhante existe uma maior correlação entre a *performance* de 10 km e a  $vVO_{2max}$  comparado ao  $VO_{2max}$  e a *performance*. O poder de predição do  $VO_{2max}$  parece ser influenciado também pelo nível do atleta; assim, quanto mais elevado é o nível do atleta, menor é a sua sensibilidade em prever a *performance*, sendo outras variáveis mais importantes para predição da *performance* aeróbia (DAVISON; SOMEREN; JONES, 2009).

Poucos estudos investigaram a relação entre o  $t_{lim}$  na  $V_{pico}$ ,  $vVO_{2max}$  e a *performance* em provas de 10 km (DA SILVA; SIMÕES; MACHADO, 2015; BILLAT et al., 1994ab). No presente estudo, apenas o  $GVO_2$  apresentou correlação significativa e inversa da  $vVO_{2max}$  com a *performance* de 10 km no momento pré-treinamento, resultado que também foi observado por da Silva et al. (2015). Ao avaliarem corredores moderadamente treinados, os autores encontraram uma correlação inversa entre o  $t_{lim}$  na  $V_{pico}$  com as *performances* de 10 km ( $r = -0,44$ ) e 15 km ( $r = -0,45$ ). Tais resultados podem ser explicados pelo modelo de Monod e Scherrer (1965) que foi utilizado por Billat et al. (1994c) para explicar o  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  e seus determinantes; segundo o modelo, quanto maior a  $vVO_{2max}$ , menor seria seu  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$ . Parece, entretanto, que esse modelo não é aplicado a todos os níveis de atletas pois, em estudo de Billat et al. (1994a), os autores observaram uma correlação positiva e significativa da VM da prova de 21,1 km com o  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  após avaliarem corredores de alto nível. Segundo da Silva et al. (2015) a correlação positiva entre *performance* e  $t_{lim}$  para atletas de nível mais elevado e a correlação negativa entre *performance* e  $t_{lim}$  para atletas de nível moderado poderia estar relacionada justamente ao nível dos atletas. Considerando que o  $t_{lim}$  na MVA é um indicativo da capacidade anaeróbia (BILLAT et al., 1994c), em atletas de nível moderado a contribuição da capacidade anaeróbia não seria tão elevada (da SILVA et al., 2015). Portanto, permanecer mais tempo na MVA não ajudaria a explicar melhores *performances*, contrariamente ao observado no estudo de Billat et al. (1994a) em que os corredores apresentaram níveis mais elevados de *performance* e conseguiram permanecer mais tempo na MVA.

Quando analisamos, porém, outros resultados, esse direcionamento do comportamento do  $t_{lim}$  em relação à *performance* muda muito. No presente estudo não foi observada correlação entre  $t_{lim}$  na  $V_{pico}$  e *performance* de 10 km tanto no momento pré quanto pós-treinamento para o GVP e  $GVO_2$ , e também não foi observada correlação entre  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$  e *performance* nos 10 km nos momentos pré e pós para o GVP e no momento pós para o  $GVO_2$ , resultados que também foram reportados em estudos anteriores (SMITH et al., 2003; BILLAT et al., 1994b). Em estudo de Smith et al. (2003) os autores verificaram o efeito de quatro semanas de treinamento baseados na  $vVO_{2max}$  em corredores treinados. Como resultado os autores também não observaram correlação significante entre a *performance* de 3 km e o  $t_{lim}$  na  $vVO_{2max}$ .

Analisando os estudos é possível observar que tanto o  $t_{lim}$  na  $V_{pico}$  quanto na  $vVO_{2max}$ , não apresentam um comportamento similar entre os grupos e até mesmo entre sujeitos do mesmo grupo. Isso faz com que o  $t_{lim}$  não seja uma boa variável preditora da *performance*. Não diminui, porém, a sua capacidade de controle da duração dos estímulos em sessões de treinamento intervalado, nem mesmo o interesse em continuar buscando uma melhor compreensão de seus determinantes e seus efeitos em programas de treinamento de corrida de *endurance*.

## 8 CONCLUSÃO

---

---

Com base nos resultados encontrados no presente estudo, referentes aos efeitos de quatro semanas de treinamento prescrito pela  $V_{\text{pico}}$ ,  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  e seus respectivos  $t_{\text{lim}}$  em corredores de *endurance* treinados, conclui-se que:

1. Os dois modelos de prescrição de treinamento promoveram melhoras similares para corredores de *endurance* moderadamente treinados, provocando alterações na *performance* e na velocidade média dos 10 km para o grupo que teve o treinamento prescrito pela  $V_{\text{pico}}$  e seu respectivo  $t_{\text{lim}}$  e para o grupo que realizou o treinamento prescrito pela  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  e seu respectivo tempo limite. Houve uma redução do tempo na prova de 10 km e, conseqüentemente, um aumento na velocidade média;
2. Os treinamentos modificaram a  $V_{\text{pico}}$  para ambos os grupos e a  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  apenas para o grupo que teve o treinamento prescrito pela  $V_{\text{pico}}$  e seu respectivo  $t_{\text{lim}}$ . Além disso, os dois modelos de prescrição de treinamento foram capazes de aumentar a duração total dos testes incrementais, tanto para o grupo que teve o treinamento prescrito pela  $V_{\text{pico}}$  e seu respectivo  $t_{\text{lim}}$  quanto para o grupo que realizou o treinamento prescrito pela  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  e seu respectivo tempo limite;
3. Os dois modelos de prescrição de treinamento não causaram alterações nas variáveis obtidas em teste incremental de esteira ( $\text{VO}_{2\text{max}}$ ;  $\text{FC}_{\text{max}}$ ,  $\text{Lac}_{\text{pico}}$  e  $\text{PSE}_{\text{max}}$ ) para ambos os grupos, nem alterações no  $t_{\text{lim}}$  da  $V_{\text{pico}}$ , nem da  $v\text{VO}_{2\text{max}}$ ;
4. A variável utilizada para a prescrição do treinamento de cada grupo ( $V_{\text{pico}}$  para o GVP e  $v\text{VO}_2$  para  $\text{GVO}_2$ ) foi a que melhor se correlacionou com a *performance* de 10 km, acompanhando sua melhora ao longo do período de treinamento. Diferente de seus respectivos  $t_{\text{lim}}$  e o  $\text{VO}_{2\text{max}}$  não apresentaram correlação com a *performance* de 10 km.

Concluimos que o treinamento prescrito pela  $V_{\text{pico}}$  promoveu melhoras similares ao treinamento prescrito pela  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  para corredores de *endurance* moderadamente treinados.

Os resultados demonstrados neste estudo têm importantes implicações práticas para equipes, técnicos e atletas na obtenção de informações a respeito das adaptações provocadas pelo treinamento, especialmente seus efeitos sobre a *performance*, tendo em vista que a  $V_{\text{pico}}$  é uma variável de grande praticidade e baixo custo financeiro para ser determinada, não necessitando de equipamentos de custo elevado (analisador de gases). Sugerimos assim, a partir dos resultados encontrados, a utilização da velocidade pico para prescrição de treinamento de *endurance* de corredores recreacionais com nível semelhante ao dos participantes deste estudo que apresentaram uma VM entre 14 e 16  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  ( $\cong$  62 - 71% do recorde mundial).

## **9 REFERÊNCIAS**

BASSETT, D. R; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance, **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 32, n 1, 70-84, 2000

BENTLEY, D. J.; MCNAUGHTON, L. R. Comparison of Wpeak, VO2peak and the ventilation threshold from two different incremental exercise tests: relationship to endurance performance, **J. Sci. Med. Sport.**, v. 4, n. 6, p. 422-35, 2003..

BERTHOIN, S.; PELAYO, P.; LENSEL-CORBEL, G.; ROBIN, H.; GERBEAUX M. Comparison of maximal aerobic speed as assessed with laboratory and field measurements in moderately trained subjects. **Int. J. Sports Med.**, v. 17, n. 7, p. 525-529, 1996.

BERTUZZI, R. S. M.; NAKAMURA, F. Y.; ROSSI, L. C.; KISS M. A. P. D.; FRANCHINI E. Independência temporal das respostas do esforço percebido e da frequência cardíaca em relação à velocidade de corrida na simulação de uma prova de 10 km. **Rev. Bras. Med. Esporte.** v. 21, n. 4, p. 179-83, 2006 .

BERTUZZI, R., BUENO, S, PASQUA, L A, ACQUESTA, F. M., BATISTA, M., B, ROSCHEL, H., KISS. M. A., SERRÃO, JC, TRICOLI, V, AND UGRINOWITSCH, C. Bioenergetics and neuromuscular determinants of the time to exhaustion at velocity corresponding to VO2max in recreational long-distance runners. **J Strength Cond Res.** v 26: p 2096–2102, 2012.

BICKHAM, D. C.; BENTLEY, D. J.; LE ROSSIGNOL, P.F.; CAMERON - SMITH D. The effects of short-term sprint training on MCT expression in moderately endurance-trained runners. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 96, n. 6, p. 636-43, 2006.

BILLAT, V.; BERNARD, O.; PINOTEAU, J; PETIT, B.; KORALSZTEIN, J.P. Time to exhaustion at VO2max and lactate steady state velocity in sub elite long-distance runners. **Arch. Int. Physiol. Biochem. Biophys.**, v. 102, n. 3, p. 215-9, 1994b.

BILLAT, V., FLECHET, B., PETIT, B; MURIAUX, G., KORALSZTEIN J. Interval training at VO2max: effects on aerobic performance and overtraining markers. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 31, n. 1, p. 156-63, 1999.

BILLAT, V.; FAINA, M.; SARDELLA, F.; MARINI, C.; FANTON, F.; LUPO, S.;FACCINI, P.; ANGELIS, M.; KORALSZTEIN, J. P.; DALMONTE, A. A comparison of time to exhaustion at VO2max in elite cyclists, kayak paddlers, swimmers and runners. **Ergonomics**, v. 39, n.2, p. 267-77,1996b.

BILLAT, V. L.; HILL, D. W.; PINOTEAU, J.; PETIT, B.; KORALSZTEIN, J. P. Effect of protocol on determination of velocity at VO<sub>2</sub>max and on its time to exhaustion. **Arch. Physiol. Biochem.**, v. 104, n. 3, p. 313-21, 1996a.

BILLAT, V. L.; KORALSZTEIN, J. P. Significance of the velocity at VO<sub>2</sub>max, and time to exhaustion at this velocity. **Sports Med.**, v. 22, p. 90-108, 1996.

BILLAT, V., RENOUX, J. C., PINOTEAU, J., PETIT, B.; KORALSZTEIN, J. P. Reproducibility of running time to exhaustion at VO<sub>2</sub>max in subelite runners. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 26, n. 2, p. 254-7, 1994a.

BILLAT, V.; RENOUX, J. C.; PINOTEAU, J.; PETIT, B.; KORALSZTEIN, J. P. Times to exhaustion at 100% of velocity at VO<sub>2</sub>max and modeling of the time-limit / velocity relationship in elite longdistance runners. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 69, n. 3, p. 271-3, 1994c.

BILLAT, V. L.; SLAWINSKI, J.; BOCQUET, V.; DEMARLE, A.; LAFITTE, L.; CHASSAING, P.; KORALSZTEIN, J. P. Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 81, n. 3, p. 188–196, 2000.

BORRESEN J, LAMBERT M. I. Autonomic control of heart rate during and after exercise: measurements and implications for monitoring training status. **Sports Med.** v.38,p.633–646, 2008.

BORG, G. Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. Champaign, IL: **Human Kinetics**, 1998.

BORG, G. A. V. **Escalas para dor e esforço percebido**. São Paulo: Manole, 2000.

BORG, E. On perceived exertion and its measurement. Stockholm. Tese (Doutorado em Psicologia) – Stockholm University, 2007.

BRAGADA, J. A.; SANTOS, P. J.; MAIA, J. A.; COLAÇO, P. J.; LOPES, V.P.; BARBOSA, T.M. Longitudinal study in 3,000 m male runners: relationship between performance and selected physiological parameters. **J. Sports Sci. Med.**, v. 9, n. 3, p. 439-44, 2010.

BUCHHEIT, M.; CHIVOT, A.; PAROUTY, J.; MERCIER, D. A. L., HADDAD, H.; LAURSEN, P. B.; AHMAIDI, S. Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v.108, n. 6, p. 1153-67, 2010.

CRUZ, R.; MELO, B. P.; MANOEL, F. A.; CASTRO, P. H. C.; DA SILVA, S. F. Pacing Strategy and Heart Rate on the Influence of Circadian Rhythms. **J Exerc. Physiol. online**; v. 16, n. 4, p. 24-31, 2013.

DAVISON, R.; VAN SOMEREN, K.A.; JONES, A.M. Physiological monitoring of the olympic athlete. **Journal of Sports Sciences**, v.27, n.13, p.1433–1442, 2009.

da SILVA, D. F.; SIMÕES, H. G.; MACHADO, F. A.  $vVO_{2max}$  versus  $V_{peak}$ , what is the best predictor of running performances in middle-aged recreationally-trained runners? **Sci. Sports**. v. 30, p. e85-e92, 2015.

DENADAI, B. S. Fatores fisiológicos associados com o desempenho em exercícios de média e longa duração. **Rev. Bras. Ativ. Fís. Saúde, PR** , v.1 , n 4 , p. 82- 91 , 1996.

DE SOUZA, K.M.; DE LUCAS, R.D.; GROSSL, T.; COSTA, V.P.; GULIELMO, L.G.A.; DENADAI, B.S. Performance prediction of endurance runners through laboratory and track tests. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.**, v. 16, n. 4, p. 465-474, 2014.

DE-OLIVEIRA, F. R. Predição dos Limiares de Lactato e Ajustes de Frequência Cardíaca no Teste de Léger – Boucher. 2004. 228p.Tese. (Doutorado em Atividade física e Esporte) Universidade do País Basco, San Sebastián 2004.

ESFARJANI, F.; LAURSEN, P.B. Manipulating high-intensity interval training: Effects on  $VO_{2max}$ , the lactate threshold and 3000m running performance in moderately trained males. **J. Sci. Med. Sport.**, v.10, n. 1, p. 27-35, 2007.

FERNANDES, R. J., BILLAT, V. L., CRUZ, A. C., COLACO, P. J., CARDOSO, C. S., VILAS-BOAS, J. P. Does net energy cost of swimming effect time to exhaustion at the individual's maximal oxygen consumption velocity? **J Sport Med Phys Fit.** 2006;46:373-80.

FLETCHER, G. F., BALADY, G. J., AMSTERDAM, E. A., CHAITMAN, B., ECKEL, R., FLEG, J., et al. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. **Circulation.** v 104, n14, p 1694-740, 2001

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 30, n. 7, p. 1164-68, 1998.

FRANCH, J.; MADSEN, K.; DJURHUUS, M. S.; PEDERSEN, P. K. Improved running economy following intensified training correlates with reduced ventilatory demands. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 30, n.8, p. 1250-6, 1998.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J.; MADURO, C. R. **Fundamentos do treinamento de força muscular.** 2 a Edição. Porto Alegre: Artmed, 1999.

GAZEAU, F., KORALSZTEIN, J. P., BILLAT, V. Biomechanical Events in the Time to Exhaustion at Maximum Aerobic Speed. **Archives of Physiology and Biochemistry**, v. 105, n.6, p. 583-590, 1997.

GRANT, S.; CRAIG, I.; WILSON, J.; AITCHISON, T. The relationship between 3 km running performance and selected physiological variables. **J. Sports Sci.**, v. 15, n. 4, p. 403-10, 1997.

HOWLEY, E.; T.; BASSETT JR, DAVID, R.; WELCH, H.; G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Med Sci Sports Exerc.** v 27, n 9: p 1292-301, 1995

HAUTALA, A. J.; MAKIKALLIO, T. H.; KIVINIEMI, A.; LAUKKANEN, R. T.; NISSILA, S.; HUIKURI, H. V.; TULPPO, M. P. Cardiovascular autonomic function correlates with the response to aerobic training in healthy sedentary subjects. **Am J. Physiol. Heart. Circ. Physiol.**, v. 285, n. 4, p. 1747–1752, 2003.

HOWLEY, E. T., BASSETT, D. R. J. R., WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Med Sci Sports Exerc.** V 27, p 1292–301, 1995.

HUGGET, D. L., CONNELLY, D. M., OVEREND, T. J. Maximal Aerobic Capacity Testing of Older Adults: A Critical Review. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v 60, n 1, p 57-66, 2005.

HILL, D. W.; ROWELL, A. L. Running velocity at VO<sub>2</sub>max. **Med. Sci. Sport. Exerc.**, v. 28, n. 1, p. 114–119, 1996.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **Br. J. Nutr.**, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

JONES, A. M.; CARTER, H. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. **Sports Med.**, v. 29, n. 6, p. 373-86, 2000.

KELLMANN, M.; KALLUS, K. W. The Recovery– Stress Questionnaire for Athletes; user manual. **Champaign, IL: Human Kinetics**, 2001.

KIVINIEMI, A. M., HAUTALA, A. J.; KINNUNEN, H.; TULPPO, M. P. Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 101, n. 6, p. 743-51, 2007.

KUIPERS, H.; RIETJENS, G.; VERSTAPPEN, F. Effects of stage duration in incremental running tests on physiological variables. **Int. J. Sports Med.**, v. 24, n.7, p. 486–491, 2003.

LACOUR, J. R.; PADILLA, S.; BARTHELEMY, J. C.; DORMOIS D. The energetics of middle-distance running. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 60. n. 1, p. 38-43, 1990.

LACOUR, J. R.; PADILLA, S.; CHATARD, J. C.; ARSAC, L.; BARTHÉLÉMY, J.C. Assessment of running velocity at maximal oxygen uptake. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 62, n. 2, p. 77-82, 1991.

LAURSEN, P. B.; JENKINS, D. J. The scientific basis of high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained athletes. **Sports Med.**, v. 32, n. 1, p. 53-73, 2002.

LEHMANN, M.; FOSTER, C.; KEUL, J. Overtraining in endurance athletes: a brief review. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 25, n. 9, p. 854-61, 1993.

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.

MACHADO, F. A.; GUGLIELMO, L. G. A.; DENADAI, B. S. Effect of the chronological age and sexual maturation on the time to exhaustion at maximal aerobic speed. **Biol. Sport.**, v. 24, n. 1, p. 21-30, 2007.

MACHADO, F. A.; GUGLIELMO, L. G. A.; DENADAI, B.S. Velocidade de corrida associada ao consumo máximo de oxigênio em meninos de 10 a 15 anos. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2002.

MACHADO, F. A, KRAVCHYCHYN, A. C. P.; PESERICO, C. S.; DA SILVA, D. F.; & MEZZARROBA, P. V. Incremental test design, peak 'aerobic' running speed and endurance performance in runners. **J. Sci. Med. Sport.**, v. 16, n. 6, p. 577–582, 2013.

MCLAUGHLIN, J. E.; HOWLEY, E. T.; BASSETT, J. R. D. R.; THOMPSON, D.L.; FITZHUGH, E. C. Test of classic model for predicting endurance running performance. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 42, n. 5, p. 991-7, 2010.

MELLEROWICZ, H. **Treinamento físico: bases e princípios fisiológicos.** 2 ed. são paulo 1987.

MIDGLEY, A. W.; MCNAUGHTON, L. R.; JONES, A. M. Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance. **Sports Med.**, v. 37, n. 10, p. 857-880, 2007.

MIDGLEY, A. W., MCNAUGHTON, L. R., POLMAN, R., MARCHANT, D. Criteria for determination of maximal oxygen uptake: a brief critique and recommendations for future research. *Sports Med.* v 37: p 1019–28, 2007.

MORGAN, D. W.; BALDINI, F. D.; MARTIN, P. E.; KOHRT, W. M. Ten kilometer performance and predicted velocity at VO<sub>2</sub>max among well-trained male runners. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 21, n. 1, p. 78-83, 1989.

NAKAMURA, F. Y.; MOREIRA, A.; AOKI, M. S. Monitoriamento da carga de treinamento: A Percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável?, **Rev. DEF.**, v. 21, n. 1, p. 1-11, 2010.

NOAKES, T. D.; MYBURGH, K. H.; SCHALL, R. Peak treadmill running velocity during the VO<sub>2</sub> max test predicts running performance. **J. Sports. Sci.**, v. 8, n.1, p. 35–45, 1990.

NOAKES, T. D. Rating of perceived exertion as a predictor of the duration of exercise that remains until exhaustion. **Br J Sports Med.** v 42,n 7, p 623-4, 2008.

ORTIZ, M. J.; STELLA, S.; MELLO, M. T.; DENADAI, B. S. Effects of high intensity aerobic training on the running economy in endurance runners. **R. bras. Ci. e Mov.** v 11, n 3, p 53-56, 2003.

PAAVOLAINEN, L.; NUMMELA, A.; RUSKO, H. Muscle power factors and VO<sub>2max</sub> as determinants of horizontal and uphill running performance. **Scand. J. Med. Sci. Sports**, v. 10, n. 5, p. 286-91, 2000.

PADILLA, S.; BOURDIN, M.; BARTHELEMY, J. C.; LACOUR, J.R.; Physiological correlates of middledistance running performance. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 65, n. 6, p. 561-6, 1992.

PAPADOPOULOS, C.; DOYLE, J. A.; LABUDDE, B.; RUPP, J. C.; BRANDON L. J.; BENARDOT. D.; MARTIN, D. E. Relationships between blood lactate parameters and endurance performance. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 35, n. 5, p. 90, 2003.

PEDRO, F. M. S. F. Avaliação aeróbia de corredores de meio fundo. 2006. 139p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Desporto: Área de especialização de treino de alto rendimento desportivo). Universidade do Porto, Faculdade de Desporto, Porto, 2006.

PESERICO, C. S.; ZAGATTO; A. M.; MACHADO, F. A. Evaluation of the Best-designed Graded Exercise Test to Assess Peak Treadmill Speed. **Int. J. Sports Med.**, v. 36, p. 1–6, 2015.

PESERICO, C. S.; ZAGATTO, A. M.; MACHADO, F. A. Reliability of peak running speeds obtained from different incremental treadmill protocols. **J Sports Sci.**, v. 32, n. 10, p. 993-1000, 2014.

ROWLAND, T. W. Developmental exercise physiology. Champaign: **Human Kinetics Books**, 1996

SAUNDERS, P. U.; COX, A. J.; HOPKINS, W. G.; PYNE, D. B. Physiological measures tracking seasonal changes in peak running speed. **Int. J. Sports Physiol. Perform.**; v. 5, n. 2, p. 230-8, 2010.

SCHARHAG-ROSENBERGER, F., MEYER, T., WALITZEK, S., KINDERMANN, W. Time course of changes in endurance capacity: a 1-yr training study. **Med Sci Sports Exerc.** v 41: p 1130–1137, 2009.

SCOTT, B. K.; HOUMARD, J. A. Peak running velocity is highly related to distance running performance. **Int. J. Sports Med.**, v.15, n. 8, p. 504-507, 1994.

SEILER, S. K.; KJERLAND, G. O. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “optimal” distribution? **Scand. J. Med. Sci. Sports**, v. 16, n.1, p. 49-56, 2006.

SIRI, W. E. Techniques for measuring body composition. Washington (DC): **National Academy**, Press; 1961.

SIMÕES, H. G., MOREIRA, S. R., HIYANE, W. C., BENFORD, R. E., MADRID, B., PRADA, F. A. et al. Lactate Threshold Prediction by Blood Glucose and Rating of Perceived Exertion in People with Type 2 Diabetes. **Percept Mot Skills**. v 111, n2, p 365-78, 2010.

SLATTERY, K.; WALLACE, L.; MURPHY, A.; COUTTS, A. Physiological determinants of three kilometer running performance in experienced triathletes. **J. Strength. Cond. Res.**, v. 20, n. 1, p. 47–52, 2006.

SILVA, A. C.; TORRES, F. C. Ergoespirometria em atletas paraolímpicos brasileiros. **R. bras. Med. Esporte**. São Paulo, v. 8, n. 3, p. 107-116, 2002.

SMITH, T. P.; MCNAUGHTON, L.R.; MARSHALL, K.J. Effects of 4-wk training using Vmax/Tmax on VO<sub>2</sub>max and performance in athletes. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 31, n. 6, p. 892-6, 1999.

SMITH, T. P.; COOMBES, J. S.; GERAGHTY, D.P. Optimising high-intensity treadmill training using the running speed at maximal O<sub>2</sub> uptake and the time for which this can be maintained. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 89, n. 3-4, p. 337-43, 2003.

STRATTON, E.; O'BRIEN, B.J.; HARVEY, J.; BLITVICH, J.; MCNICOL, A. J.; JANISSEN, D.; PATON, C.;KNEZ, W. Treadmill velocity best predicts 5000-m run performance. **Int. J. Sports. Med.**, v. 30, n. 1, p. 40–5, 2009.

SUZUKI, S.; SATO, T.; MAEDA, A.; TAKAHASHI, Y. Program design based on a mathematical model using rating of perceived exertion for an elite Japanese sprinter: a case study. **J. Strength Cond. Res.**, v.20, n.1, p.36-42, 2006.

TABATA, I.; NISHIMURA, K.; KOUZAKI, M.; HIRAI, Y.; OGITA, F.; MIYACHI, M.; YAMAMOTO, K. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO<sub>2</sub>max. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 28, n. 10, p. 1327-30, 1996.

TOKMAKIDIS, S. P.; LÉGER, L.; PILIANIDIS, T. C. Failure to obtain a «threshold» point on blood lactate curve during exercise. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 77, n. 4, p. 333-342, 1998.

ZIEMANN, E.; GRZYWACZ, T.; LUSZCKYK, M.; LASKOWSKI, R.; OLEK, R. A.; GIBSON, A. L. Aerobic and anaerobic changes with high-intensity interval training in active college-aged men. **J. Strength Cond. Res.**, v. 25, n. 4, p. 1104-12, 2011.

VIRU, A. **Adaptations in sports training**, 1. ed. London: Informa Health Care, 1999.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. Basic energy systems. In: WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Physiology of sport and exercise. Champaign: Human Kinetics.** p.92-121, 1994.

# **ANEXOS**



## Anexo I

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro (a) participante,  
Gostaríamos de convidá-lo (a) a participar como voluntário (a) do estudo intitulado **“Treinamento guiado/prescrito pela velocidade pico e velocidade referente à ocorrência do consumo máximo de oxigênio para corredores de *endurance*”** que faz parte do programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física UEM/UEL, desenvolvido pelo mestrando Francisco de Assis Manoel sob a orientação da Profa. Dra. Fabiana Andrade Machado do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual de Maringá. O objetivo do estudo é avaliar os efeitos de quatro semanas de treinamento sobre parâmetros aeróbios, anaeróbios, e *performance* de corredores treinados, prescritos por dois protocolos diferentes. Os resultados do estudo contribuirão para um melhor monitoramento e prescrição do treinamento de corredores com fins de saúde e desempenho.

#### **Local de realização dos testes**

Os testes de laboratório e demais procedimentos serão realizados no Laboratório de Fisiologia do Esforço (LABFISE – UEM, Bloco H-79 Sala 107) junto ao Departamento de Ciências Fisiológicas da Universidade Estadual de Maringá (DFS/UEM), e na Pista de Atletismo vinculada ao Departamento de Educação Física (DEF/UEM) em datas previamente agendadas devendo os participantes comparecerem devidamente alimentados e preparados para tal.

#### **Procedimentos dos testes**

Para participação no estudo será necessário a apresentação de um laudo cardiológico, atestando e assegurando plenas condições físicas de participar dos testes de esforço. O laudo cardiológico poderá ser emitido pelo médico cardiologista parceiro do nosso laboratório ou qualquer outro cardiologista de sua preferência. Os participantes serão submetidos primeiramente à avaliação corporal (ex: massa corporal e estatura) e familiarização com os testes em esteira. Após esse processo, eles farão um teste incremental máximo para determinação da velocidade pico, um teste na velocidade pico para verificar seu tempo limite nessa intensidade e um teste de 10 km em pista de atletismo, ou um teste incremental máximo para determinação da velocidade  $VO_{2max}$ , um teste na velocidade do  $VO_{2max}$  para verificar seu tempo limite nessa intensidade e um teste de 10 km em pista de atletismo todos separados por no mínimo 48 horas. E serão coletadas amostras 25 $\mu$ L de sangue do lóbulo da orelha do avaliado pré-testes, pós, no 3º, 5º e 7º minutos do término de cada teste para análise do lactato sanguíneo. As coletas sanguíneas serão feitas por uma pessoa que tem conhecimento e experiência na realização desse procedimento para fins de pesquisa e serão feitos com material descartável, adequado para tal fim. Todas as avaliações iniciais serão conduzidas também após quatro semanas de treinamento. Os participantes realizarão um total de 20 sessões de treinamento de corrida (treinos contínuos e intervalados), sendo cinco treinos por semana.

### **Testes de esforço em laboratório**

Os testes laboratoriais serão realizados em esteira rolante. O protocolo incremental na esteira será precedido por um aquecimento de 3 min a  $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  e iniciará a uma velocidade de  $10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  com incrementos de  $1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  a cada três minutos para determinação da velocidade pico para um grupo e o  $\text{VO}_{2\text{max}}$  para o outro grupo, sendo mantida inclinação constante de 1%. O teste de tempo limite será realizado na velocidade referente à  $V_{\text{pico}}$  para o grupo GVP e  $v\text{VO}_{2\text{max}}$  para o grupo GVO, para verificar o tempo máximo de permanência nessa intensidade. Todos serão encorajados a permanecerem em esforço pelo maior tempo possível até exaustão voluntária; a frequência cardíaca será constantemente monitorada.

### **Testes e treinamentos em pista de atletismo**

A avaliação da *performance* de 10 km bem como as sessões de treinamento serão realizadas em pista de atletismo de 400 metros. Para a determinação da *performance* de 10 km os participantes serão instruídos a correr na maior velocidade possível, sendo o tempo de prova registrado para cálculo da velocidade média. Todas as sessões de treinamento serão realizadas no período da noite (17 às 21h) e serão monitorados com base na percepção subjetiva de esforço da sessão (PSE sessão).

### **Divulgação dos resultados obtidos**

Os participantes tomarão conhecimento de todos os resultados obtidos no trabalho. Todos os dados advindos da pesquisa serão de propriedade do pesquisador e serão divulgados em congressos e revistas de caráter científico pertinentes a área de aplicação na forma de artigos, para tanto, sempre se resguardará a identidade dos participantes não havendo nenhum outro interesse que não o científico na divulgação dos resultados. Logo após a análise dos dados e devida divulgação dos resultados nos formatos acima citados, todos os materiais coletados serão descartados (destruídos). Portanto, necessitamos do consentimento dos senhores tanto para a realização dos testes quanto para que os dados obtidos possam ser divulgados na literatura científica da área. Informamos que os participantes não receberão nenhuma forma de pagamento como também, não possuirão despesas financeiras por participarem das avaliações.

### **Responsabilidade sobre os procedimentos experimentais**

#### **Potenciais Riscos**

Os responsáveis pelos testes comprometem-se em realizá-los dentro dos padrões e normas de segurança, mostrando-se conhecedores dos procedimentos a serem realizados. Informamos que após a realização dos testes poderão ocorrer possíveis desconfortos tais como: cansaço, dor muscular, transpiração que serão semelhantes aos sentidos pelos senhores durante a prática rotineira de exercícios físicos, visto que como praticantes regulares de exercício físico essas sensações são habitualmente sentidas, mas em nada acarretam em dano ao organismo, são amenizadas através de um descanso, que será monitorado por profissionais de Educação Física habituados a essa situação. Os profissionais realizarão todos os procedimentos necessários até que o voluntário esteja em condições próximas às basais (pré-exercício) e os sintomas já tenham desaparecido. E para a diminuição desses desconfortos as sessões de

treinamentos serão planejadas de forma a respeitar o tempo necessário de descanso para cada pessoa.

### **Potenciais Benefícios**

Os participantes serão monitorados durante quatro semanas por profissionais da área da educação física, que farão a prescrição do treino com base nas características do participante. Os participantes receberão ao final do período de treinamento uma planilha com seus resultados que poderão ser usados para melhor controlar sua rotina de treinamento. Além disso, durante o período e treinamento, espera-se que os participantes apresentem melhoras de sua aptidão cardiorrespiratória que está associada a importantes melhoras na saúde.

Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa.

### **Destino dos materiais ao final da pesquisa e a publicação dos dados**

Informamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa, e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Após a divulgação científica, os dados serão descartados.

Qualquer pergunta ou dúvidas em relação aos procedimentos utilizados no projeto deverão ser dirigidas aos responsáveis pela realização do mesmo, que estarão sempre à disposição para maiores esclarecimentos: Francisco de Assis Manoel, Tel. (44) 8455-5837; Profa. Dra. Fabiana Andrade Machado; end: DEF – UEM, Bloco M06 sala 06 Tel. (44) 8834-4038. Dúvidas em relação aos aspectos éticos da pesquisa poderão ser esclarecidas pelo Comitê Permanente de Ética em Pesquisa (COPEP) envolvendo Seres Humanos da UEM; end: Universidade Estadual de Maringá – Av. Colombo 5790, Campus Sede da UEM. Bloco da Biblioteca Central (BCE) Tel (44) 3011 – 4444. E-mail: copep@uem.br

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de identidade nº \_\_\_\_\_, após ter lido, entendido e esclarecido todas as minhas dúvidas referentes a este estudo, CONCORDO VOLUNTARIAMENTE em participar do projeto autorizando a realização de todos os procedimentos e consentindo com a posterior divulgação científica dos dados obtidos.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) participante

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Francisco de Assis Manoel

\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Fabiana Andrade Machado  
Orientadora

**Anexo II****Escala de Borg 6-20**

Classificação	Descritor
6	
7	Muito fácil
8	
9	Fácil
10	
11	Relativamente fácil
12	
13	Levemente cansativo
14	
15	Cansativo
16	
17	Muito cansativo
18	
19	Exaustivo
20	

## ANEXO III: Parecer do COPEP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** TREINAMENTO PRESCRITO PELA VELOCIDADE PICO E VELOCIDADE REFERENTE À OCORRÊNCIA DO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO PARA CORREDORES DE ENDURANCE TREINADOS

**Pesquisador:** FABIANA ANDRADE MACHADO

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 37520214.1.0000.0104

**Instituição Proponente:** Universidade Estadual de Maringá

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.022.468

**Data da Relatoria:** 13/04/2015

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa proposto por pesquisador vinculado à Universidade Estadual de Maringá.

#### Objetivo da Pesquisa:

Avaliar o efeito de quatro semanas de treinamento prescrito pela velocidade pico e velocidade referente à ocorrência do consumo máximo de oxigênio em corredores de endurance treinados.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Avalia-se que os possíveis riscos a que estarão sujeitos os participantes da pesquisa serão suplantados pelos benefícios apontados.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Participarão do estudo 12 homens corredores de endurance treinados com idade entre 18 e 35 anos. Os participantes serão aleatoriamente divididos em dois grupos experimentais compostos por seis participantes cada: um grupo realizará o treinamento baseado em um modelo tradicional prescrito na intensidade de ocorrência da  $vVO_{2max}$  e seu respectivo  $t_{lim}$  (GVO) e o outro grupo realizará o treinamento prescrito na intensidade de ocorrência da  $V_{pico}$  e seu respectivo  $t_{lim}$  (GVP). Os participantes realizarão seis visitas ao Laboratório de Fisiologia: três visitas pré e três

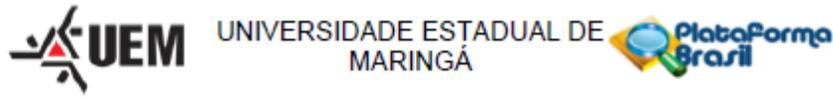
**Endereço:** Av. Colombo, 5790, UEM-PPG  
**Bairro:** Jardim Universitário **CEP:** 87.020-900  
**UF:** PR **Município:** MARINGÁ  
**Telefone:** (44)3011-4444 **Fax:** (44)3011-4518 **E-mail:** copep@uem.br



Continuação do Parecer: 1.022.468

pós o período de quatro semanas de treinamento. Na primeira visita será realizada avaliação antropométrica e familiarização com o ergômetro, pista de atletismo e a escala de percepção subjetiva do esforço (PSE). Na segunda visita os participantes serão submetidos a um teste incremental contínuo de esforço máximo para determinação da  $V_{pico}$  e  $vVO_{2max}$ . Na terceira visita os participantes serão submetidos a um teste contínuo, para a determinação do  $\dot{V}O_{2max}$ . Após essas avaliações laboratoriais os participantes realizarão uma performance de 10 km na pista de atletismo. Todas as avaliações pré-treinamento acima citadas serão conduzidas também após o período de quatro semanas de treinamento. Será realizada avaliação antropométrica e de composição corporal. Serão realizados dois testes incrementais para determinação da  $V_{pico}$  será precedido de um aquecimento de três minutos a 8 km·h<sup>-1</sup> e iniciará a 10 km·h<sup>-1</sup> com incrementos de 1 km·h<sup>-1</sup> a cada três minutos. Os testes serão mantidos até exaustão voluntária e os participantes serão encorajados verbalmente a se manterem em esforço pelo maior tempo possível. Ao final de cada estágio serão monitoradas a frequência cardíaca (FC) por meio de monitor cardíaco (Polar RS800, Kempele - Finlândia) e a percepção subjetiva de esforço (PSE) pela escala de Borg de pontuação entre 6 e 20 (BORG, 2000). A diferença entre os dois testes é que para determinação do  $VO_{2max}$  será utilizado o espirômetro espirômetro portátil K4b2 (Cosmed, Roma, Itália). A  $V_{pico}$  será considerada a máxima velocidade de corrida atingida durante o teste incremental; caso o participante não conclua o último estágio iniciado, a  $V_{pico}$  será calculada com base no tempo parcial permanecido no último estágio atingido, a partir da equação proposta por Kuipers et al. (2003): Para determinação da  $vVO_{2max}$  será utilizada a fórmula proposta por di Prampero (1988), adaptada por Lacour et al. (1990, 1991). Para determinação do  $\dot{V}O_{2max}$  será realizado dois teste de corrida em esteira rolante (previamente referenciada) com inclinação fixada em 1%. O protocolo para determinação do  $\dot{V}O_{2max}$  consistirá em 15 minutos de aquecimento com intensidade equivalente a 60% da  $V_{pico}$  e 60% da  $vVO_{2max}$ , sendo que após esse tempo a velocidade será automaticamente aumentada até atingir 100% da  $V_{pico}$  e da  $vVO_{2max}$  os participantes permanecerão nessa velocidade pelo maior tempo possível sob forte encorajamento verbal. Utilizaremos a Escala de Humor de Brunel, o questionário Daily Analysis of Life Demands in Athletes - DALDA, a Escala Subjetiva de Experiências em Exercício (Subjective Exercise Experiences Scale – SEES). Será realizado um teste de campo para verificação da velocidade média da performance dos participantes na prova de 10 km. A performance será conduzida em pista oficial de atletismo (400 m) após um período de 10 minutos de aquecimento livre. Será computado o tempo de prova para o cálculo da velocidade média. A cada volta, será registrado o valor de FC e PSE dos participantes. Todas as sessões de treinamento serão realizadas na pista de atletismo, no

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM-PPG  
 Bairro: Jardim Universitário CEP: 87.020-900  
 UF: PR Município: MARINGÁ  
 Telefone: (44)3011-4444 Fax: (44)3011-4518 E-mail: copep@uem.br



Continuação do Parecer: 1.022.488

período entre 17 e 21 horas e serão monitoradas com base na percepção subjetiva de esforço da sessão (PSEsessão). Haverá treinamento contínuo e treinamento intervalado, sendo esses prescritos com base na  $V_{pico}$  e no  $\dot{V}_{pico}$  para o grupo GVP e  $vVO_{2max}$  e  $\dot{v}$  para o grupo GVO determinados no momento pré-treinamento, cinco vezes por semana.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Apresenta Folha de Rosto devidamente preenchida e assinada pelo responsável institucional. O cronograma de execução é compatível com a proposta enviada. Descreve gastos sob a responsabilidade do pesquisador. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido contempla as garantias mínimas preconizadas. Apresenta as autorizações necessárias. Solucionadas as pendências apontadas.

**Recomendações:**

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Parecer favorável à aprovação.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

MARINGÁ, 14 de Abril de 2015

---

Assinado por:  
Ricardo Cesar Gardiolo  
(Coordenador)

Endereço: Av. Colombo, 5790, UEM-PPG  
Bairro: Jardim Universitário CEP: 87.020-900  
UF: PR Município: MARINGÁ  
Telefone: (44)3011-4444 Fax: (44)3011-4518 E-mail: copep@uem.br

**Anexo IV****Escala de Borg de 0-10**

<b>Classificação</b>	<b>Descritor</b>
0	Repouso
1	Muito, Muito Fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um Pouco Difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito Difícil
8	-
9	-
10	Máximo

# APÊNDICE



## APENDICE I..

### Ficha de Identificação (Anamnese)

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Data de nascimento:** \_\_\_\_\_

**Telefone para contato: Residencial:** \_\_\_\_\_ **Cel.:** \_\_\_\_\_

**Email:** \_\_\_\_\_

**Em caso de emergência avisar (tel):** \_\_\_\_\_

1) Tem algum problema de saúde? ( ) Sim ( ) Não

Se sim, qual? \_\_\_\_\_

2) Toma algum medicamento? ( ) Sim ( ) Não

Se sim, qual e para quê? \_\_\_\_\_

3) Tem problemas de coração (cardíacos)? ( ) Sim ( ) Não

Possui casos na família? ( ) Sim ( ) Não

Se a resposta foi sim, qual? \_\_\_\_\_

4) Tem diabetes? ( ) Sim ( ) Não

Possui casos na família? ( ) Sim ( ) Não

5) Tem problemas respiratórios (asma, bronquite)? ( ) Sim ( ) Não

Possui casos na família? ( ) Sim ( ) Não

Se sim, qual? \_\_\_\_\_

6) Sente dores de cabeça, dores no peito ou em outras partes do corpo?

Se sim, em qual região do corpo? \_\_\_\_\_

7) Sente falta de ar quando pratica algum tipo de exercício? ( ) Sim ( ) Não

8) Sente tonturas, vertigens? ( ) Sim ( ) Não

9) Tem ou já teve problemas de desmaio ou convulsões? ( ) Sim ( ) Não

10) Tem ou já teve problemas gástricos? ( ) Sim ( ) Não

Se sim, em qual região do corpo? \_\_\_\_\_

11) Já fez alguma cirurgia? ( ) Sim ( ) Não

Se a resposta for sim, qual cirurgia? \_\_\_\_\_

12) Já foi hospitalizado? ( ) Sim ( ) Não

13) Já sofreu alguma fratura? ( ) Sim ( ) Não

Se sim, especifique o local da fratura: \_\_\_\_\_

**As próximas informações devem ser referentes à prática de exercícios físicos:**

14) Você pratica atividade/exercício físico? ( ) Sim ( ) Não

Em caso positivo, responda as próximas questões.

- 15) Que atividade/exercício físico você pratica? \_\_\_\_\_
- 16) Quantas vezes treina por semana? \_\_\_\_\_
- 17) Qual o volume de treino/ duração de cada treino)? \_\_\_\_\_
- 18) Como controla a intensidade de treino? \_\_\_\_\_
- 19) Já participou de competições? Em qual modalidade? \_\_\_\_\_
- 20) Há algum outro detalhe da sua performance/treino que gostaria de relatar? \_\_\_\_\_

**As próximas informações devem ser referentes ao treinamento de corrida:**

- 21) Treina/ Prática corrida há quanto tempo (meses; anos)? \_\_\_\_\_
- 22) Quantas vezes treina por semana? \_\_\_\_\_
- 23) Quantos quilômetros corre por semana? \_\_\_\_\_
- 24) Quantos quilômetros corre por treino? \_\_\_\_\_
- 25) Como são os treinos? Corre em qual velocidade? \_\_\_\_\_ Como controla a intensidade do treino? \_\_\_\_\_
- 
- 26) Qual o melhor tempo já obtido em provas de 5km e 10km \_\_\_\_\_
- 
- 27) Qual o melhor tempo nos últimos 3 meses já obtido em provas de 5km e 10km \_\_\_\_\_
- 

**As próximas informações devem ser referentes à nutrição e outros.**

- 28) Você faz acompanhamento nutricional? ( ) Sim ( ) Não  
Se a resposta for sim, há quanto tempo? \_\_\_\_\_
- 29) Você fuma? ( ) Sim ( ) Não
- 30) Consome bebidas alcoólicas? ( ) Sim ( ) Não  
Se sim: Com que frequência? \_\_\_\_\_  
Qual o tipo de bebida mais consumida? \_\_\_\_\_
- 31) Costuma ter episódios de gripes, resfriados, alergias ou outras patologias frequentemente?  
( ) Sim ( ) Não
- 32) Como você definiria seu nível de stress ultimamente? ( ) Alto ( ) Médio ( ) Baixo
- 33) Quantos copos de água (pura) você bebe diariamente? \_\_\_\_\_
- 34) Quantas refeições você costuma fazer diariamente? \_\_\_\_\_
- 35) Assinale as refeições que você costuma fazer diariamente:
- ( ) Café da manhã ( ) Lanche da manhã ( ) Almoço  
( ) Café da tarde ( ) Jantar ( ) Ceia

36) Assinale os motivos pelos quais você não consegue fazer algumas refeições diárias:

- ( ) Falta de tempo                      ( ) Preguiça                      ( ) Não tem fome  
 ( ) Esquece                              ( ) Medo de engordar  
 ( ) Outros. Quais? \_\_\_\_\_

**As próximas informações devem ser referentes à suplementação**

37) Você consome suplementos alimentares/nutricionais? ( ) Sim ( ) Não

Em caso positivo, responda as questões 38, 39 e 40.

38) Quantos tipos de suplemento você consome?

- ( ) 1 tipo ( ) 2 tipos ( ) 3 tipos ( ) 4 tipos ( ) mais de 4 tipos

39) Que tipo de produto você consome?

- ( ) Aminoácidos ou outros concentrados protéicos  
 ( ) Vitaminas ou complexos vitamínicos  
 ( ) Carboidratos  
 ( ) Creatina  
 ( ) Minerais  
 ( ) *Fat burner* (“queimadores” de gordura)  
 ( ) Bebida isotônica  
 ( ) Outros

Qual a quantidade diária? \_\_\_\_\_

40) Quem te indicou a suplementação?

- ( ) Instrutor, treinador, professor de atividade física  
 ( ) Amigos e colegas                      ( ) Você decidiu por conta própria  
 ( ) Nutricionista                              ( ) Médico  
 ( ) Vendedor de loja de suplementos                      ( ) Familiares  
 ( ) Academia                                  ( ) Outros