

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**DESEMPENHO DE CORRIDA NA VELOCIDADE DO CONSUMO
MÁXIMO DE OXIGÊNIO E RESPOSTA LACTACIDÊMICA EM
ATLETAS DE MODALIDADES COLETIVAS.**

ALEX HARLEY CRISP

PIRACICABA-SP

2013

**DESEMPENHO DE CORRIDA NA VELOCIDADE DO CONSUMO
MÁXIMO DE OXIGÊNIO E RESPOSTA LACTACIDÊMICA EM
ATLETAS DE MODALIDADES COLETIVAS.**

ALEX HARLEY CRISP

Orientadora: Professora Doutora Rozangela Verlengia

Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Metodista de Piracicaba como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação Física, na área de concentração Movimento Humano, Educação e Cultura, sob orientação da Professora Doutora Rozangela Verlengia.

PIRACICABA-SP

2013

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**

BANCA EXAMINADORA:

Professora Doutora Rozangela Verlengia

Universidade Metodista de Piracicaba - SP

Professor Doutor Charles Ricardo Lopes

Universidade Metodista de Piracicaba - SP

Professor Doutor Marcelo Saldanha Aoki

Curso de Ciências da Atividade Física - USP - SP

Observações: _____

DATA: 26/02/2013

Piracicaba – SP

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho aos meus pais: Ademir Crisp e Marta de Melo Crisp pelo o apoio incondicional aos estudos. Vocês são os responsáveis por minha formação. Minha namorada Mirella Barbosa pela paciência e suporte durante todo o curso.

Agradeço:

- A Professora Doutora Razangela Verlengia por ter aceitado minha orientação e ter sempre acreditado no meu trabalho ao longo do curso. Pode ter certeza que você foi o grande estímulo para o meu crescimento acadêmico.
- Ao Professor Dr. Charles Ricardo Lopes. Tenho grande admiração por você desde a graduação.
- Aos Professores do programa de Mestrado de Educação Física: Dr. Marcelo de Castro Cesar, Dr. Ídico Luiz Pellegrinotti, Dr. Guanis de Barros Vilela Junior, Dr. Paulo Henrique Marchetti e Dra. Fúlvia de Barros Manchado Gobatto, todos foram extremamente importantes na construção do meu conhecimento ao longo do curso.
- Ao Professor Dr. Marcelo Saldanha Aoki, por ter aceitado fazer parte da banca examinadora e disponibilizar o equipamento para que as análises de lactato fossem realizadas.
- A professora Dra. Ester da Silva pela parceria com o laboratório em Performance Humana (UNIMEP)
- Aos meus colegas do mestrado que contribuíram de alguma forma no desenvolvimento do projeto com exercício excêntrico: Adilson Meneghel, Adriano de Almeida Pereira, Leonardo Henrique Messias, Marina Crepaldi Donato, Pedro Luiz Bulgarelli, Rafael Dramis Calixto, Tiago Batista de Carvalho.
- Aos colegas que contribuíram de alguma forma no desenvolvimento do projeto tempo limite: Felipe Brigatto, Marcio Antonio Gonsalves Sindorf e Moises Diego Germano. Sem a ajuda de vocês, não seria possível a realização desse trabalho.
- Aos colegas: Bruno Roberto Alves Zwarg, Heleno da Silva Luiz Júnior, Ricardo Silva Toledo, Tiago Alves do Nascimento, Ticiane Marcondes Fonseca da Cruz e Vinícius Radenzev Simões pela convivência.
- As enfermeiras Juliana Custódio de Oliveira, Maria Raquel de Souza e a Professora Dra. Vera Lúcia Mendiondo Osinaga (coordenadora do curso de Enfermagem - FACIS-UNIMEP). Pelo constante suporte na coleta de sangue.

*“A possibilidade de realizarmos um sonho
é o que torna a vida interessante”.*
Paulo Coelho

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS	IX
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
3 OBJETIVOS	23
3.1 Objetivo Geral	23
3.2 Objetivo Específico	23
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	23
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
6 ARTIGO ORIGINAL	31
6.1 Resumo	31
6.2 Introdução	32
6.3 Metodologia	33
6.3.1 Casuística	33
6.3.2 Critérios de Inclusão de Exclusão	34
6.3.3 Procedimento Experimental	34
6.3.4 Teste Cardiopulmonar Máximo (TCPmax)	34
6.3.5 Teste de Carga Constante na velocidade do consumo máximo de oxigênio	35
6.3.6 Determinação da Concentração de Lactato	35
6.3.7 Análise Estatística	36
6.4 Resultados	37
6.4.1 Dados Antropométricos e Cardiorrespiratórios	37
6.4.2 Determinação do T_{lim} e D_{max}	38
6.4.3 Determinação da Concentração do Lactato Sanguíneo	39
6.4.4 Correlação com a Variável T_{lim}	40
6.5 Discussão	41
6.6 Referências Bibliográficas	44
7 ANEXOS	47

LISTA DE TABELAS ARTIGO

Tabela 1 – Dados antropométricos e cardiorrespiratórios dos atletas de basquetebol e futebol
..... 37

Tabela 2 – Coeficiente de correlação de *Pearson* entre a variável: tempo limite (Tlim) com o consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$), velocidade do consumo máximo de oxigênio ($v\dot{V}O_{2max}$), primeiro limiar ventilatório (LV1) e velocidade do primeiro limiar ventilatório (vLV1).....40

LISTAS DE FIGURAS

FIGURA 1: Representação esquemática de diferentes métodos para a determinação dos limiares ventilatórios, durante o teste cardiopulmonar máximo.....17

LISTA DE FIGURAS ARTIGO

FIGURA 1: Valores de Tempo limite (Tlim) e distância máxima (Dmax) obtidos no teste de carga constante na velocidade do consumo máximo de oxigênio para os grupos basquetebol e futebol38

FIGURA 2: Concentrações do lactato sanguíneo39

LISTA DE ABREVIATURAS

CO₂: dióxido de carbono

CO₂/O₂: produção de dióxido de carbono em relação ao consumo de oxigênio

D_{max}: distância máxima

FC_{max}: frequência cardíaca máxima

H⁺: íon hidrogênio

LV1: primeiro limiar ventilatório

LV2: segundo limiar ventilatório

MAOD: Máximo Déficit Acumulado de Oxigênio

MCT1: transportador de monocarboxilato isoforma 1

MCT4: transportador de monocarboxilato isoforma 4

RER: razão de troca respiratória

TCP_{max}: teste cardiopulmonar máximo

T_{lim}: tempo limite

PET_{O₂}: fração expirada de oxigênio

PET_{CO₂}: fração expirada de dióxido de carbono

$\dot{V}CO_2$: produção de dióxido de carbono

$\dot{V}E$: ventilação

$\dot{V}E/\dot{V}CO_2$: equivalente ventilatório de dióxido de carbono

$\dot{V}E/\dot{V}O_2$: equivalente ventilatório de oxigênio

vLV1: velocidade do primeiro limiar ventilatório

$\dot{V}O_2$: consumo de oxigênio

$\dot{V}O_{2max}$: consumo máximo de oxigênio

$v\dot{V}O_{2max}$: velocidade do consumo máximo de oxigênio

Resumo

O presente estudo teve como objetivo comparar a distância máxima (Dmax) percorrida e tempo limite de exaustão (Tlim) na velocidade do consumo máximo de oxigênio ($v\dot{V}O_{2max}$) entre os atletas da modalidade de basquetebol e futebol. Vinte e seis atletas de basquetebol e vinte e sete atletas de futebol realizaram: a) teste cardiopulmonar máximo (TCPmax) para determinar: consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$), primeiro limiar ventilatório (LV1), velocidade do LV1 (vLV1) e $v\dot{V}O_{2max}$; b) teste de carga constante na $v\dot{V}O_{2max}$ para determinar: Tlim e Dmax; c) e cinética de remoção do lactato sanguíneo: basal, imediato, 3, 6, 9, 15 e 20 minutos após o teste de carga constante na $v\dot{V}O_{2max}$. As variáveis do TCPmax foram superiores ($P < 0.05$) para os atletas de futebol. Por outro lado, o Tlim foi maior ($P < 0.05$) para os atletas de basquetebol (318.0 ± 98.9 s) comparado com os atletas de futebol (255.3 ± 86.6 s), sem diferença significativa ($P > 0.05$) para a variável Dmax (basquetebol: 1344.7 ± 415.4 m; futebol: 1228.2 ± 369.6 m). Não foi encontrada diferença significativa ($P > 0.05$) na cinética de remoção e valor do lactato pico entre modalidades. Foi observada moderada correlação do Tlim com $\dot{V}O_{2max}$ ($r = -0.44$) $v\dot{V}O_{2max}$ ($r = -0.55$), vLV1 ($r = -0.43$) e lactato pico ($r = 0.47$) apenas para os atletas de futebol. Os dados citados sugerem que tais diferenças ocorrem devido às características fisiológicas inerentes à modalidade, com os atletas de futebol apresentando superiores parâmetros do metabolismo aeróbio, enquanto que os atletas de basquetebol obtiveram maior Tlim, sugerindo melhores parâmetros anaeróbicos e/ou neuromusculares.

Palavras-chaves: corrida; consumo máximo de oxigênio; tempo limite; basquetebol; futebol.

ABSTRACT

This study aimed to compare the maximum distance traveled (Dmax) and time to exhaustion (Tlim) at the minimal velocity that elicits $\dot{V}O_{2max}$ ($v\dot{V}O_{2max}$) among basketball and soccer athletes. Twenty-six basketball and twenty-seven soccer players performed: a) maximal cardiopulmonary exercise testing (CPETmax) to determine maximal oxygen uptake ($\dot{V}O_{2max}$), first ventilatory threshold (VT1), velocity of VT1 ($vVT1$), and $v\dot{V}O_{2max}$; b) time to exhaustion at $v\dot{V}O_{2max}$ to determine Tlim and Dmax; c) and kinetics of blood lactate removal: baseline, immediate, 3, 6, 9, 15, and 20 minutes after time to exhaustion at $v\dot{V}O_{2max}$ test. The variables of CPETmax were superior ($P<0.05$) for soccer athletes. On the other hand, the Tlim was higher ($P<0.05$) for basketball athletes (318.0 ± 98.9 s) compared with soccer athletes (255.3 ± 86.6 s), with no significant difference ($P>0.05$) for the variable Dmax (basketball: 1344.7 ± 415.4 m; soccer: 1228.3 ± 369.6 m). There was no significant difference ($P>0.05$) between groups on the kinetics of blood lactate removal and peak blood lactate value. Moderate correlation of Tlim with $\dot{V}O_{2max}$ ($r=-0.44$), $v\dot{V}O_{2max}$ ($r=-0.55$), $vLV1$ ($r=-0.43$), and peak lactate ($r=0.47$) was observed only for soccer athletes. Data suggest that these differences are due to physiological characteristics inherent in each sports modality, with soccer athletes presenting superior parameters of aerobic metabolism, while basketball athletes had higher Tlim, suggesting better parameters anaerobic and/or neuromuscular.

Key Words: running; maximum oxygen uptake; time to exhaustion; basketball; soccer.

1 INTRODUÇÃO

O ser humano, por ser bípede, utiliza a caminhada e a corrida como as principais formas de locomoção (ALEXANDER, 2004); sendo a corrida uma importante ação motora inerente da maior parte das modalidades esportiva. Assim, fatores fisiológicos preditores da performance de corrida são amplamente estudados pela ciência do esporte (YOSHIDA et al., 1993; DENADAI; ORTIZ; MELLO, 2004; STRATTON et al., 2009; FERRI et al., 2012).

O desempenho atlético envolve a integração complexa de fatores neuronais, musculares e cardiorrespiratórios que funcionam cooperativamente, garantindo o controle do gesto desportivo e o suprimento da energia necessária para a contração muscular (CORMIE; MCGUIGAN; NEWTON, 2011; FERRETTI; BRINGARD; PERINI, 2011).

A repetição sistemática de sessões de exercício físico, tem como objetivo potencializar a eficiência do organismo e otimizar o desempenho esportivo (KIELY, 2012). Dentro deste contexto, é de extrema importância a avaliação das adaptações orgânicas durante o processo de treinamento por meio de avaliações físicas, as quais têm como objetivo mensurar a capacidade de realizar exercício físico máximo e sub-máximo, norteando assim as prescrições das cargas de treinamento (BOUSQUET; LÉGER; LEGROS, 2002).

O teste cardiopulmonar máximo (TCPmax) realizado em ergômetros específicos, juntamente com a utilização do equipamento de análise de gases e metabólicos, é frequentemente utilizado para caracterizar o desempenho de *endurance*, além de ser uma ferramenta de prognóstico sobre o estado de saúde (WHITE; EVANS, 2001; LEAR et al., 1999; FERRAZZA et al. 2009). Entre as possíveis variáveis determinadas, o consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$) representa a máxima taxa de captação, transporte e utilização do oxigênio para a produção de energia por meio do metabolismo aeróbio (LEVINE, 2008).

O futebol e basquetebol são modalidades esportivas intermitentes, com ações musculares determinantes provenientes do metabolismo anaeróbio (BANGSBO; MOHR. KRUSTRUP, 2006; ZIV; LIDOR, 2009). No entanto, a eficiência do metabolismo aeróbio está associada com a recuperação fisiológica entre as ações musculares de alta intensidade, melhorando a capacidade de executar esforços máximos repetidos e minimizando a queda do desempenho de ações motoras específicas (induzido pela fadiga) durante a partida (BANGSBO et al., 2006; STONE; KILDING, 2009).

Assim, devida a importância do metabolismo aeróbio para modalidades esportivas coletivas, o $\dot{V}O_{2max}$ é um dos parâmetros fisiológicos comumente utilizados para quantificar a aptidão aeróbia em atletas de futebol e basquetebol (METAXAS et al., 2009; KALAPOTHARAKOS; ZIOGAS; TOKMAKIDIS, 2011). Contudo, estudos envolvendo atletas de *endurance*, demonstram que níveis elevados de $\dot{V}O_{2max}$ pode não ser fator determinante para o desempenho competitivo, demonstrando que outros fatores também interferem nesta resposta (JONES 1998; DENADAI; ORTIZ; MELLO, 2004).

Dessa forma, em conjunto com o a determinação do $\dot{V}O_{2max}$, a economia de movimento e o limiar lactato/ventilatório são classicamente conhecidos como os principais índices fisiológicos na predição da performance de *endurance* (BASSETT; HOWLEY, 2000). Além das variáveis citadas, a menor velocidade do $\dot{V}O_{2max}$ ($v\dot{V}O_{2max}$) e o tempo limite (Tlim) de exaustão nessa intensidade também são investigados como parâmetros de predição do desempenho (BILLAT; KORALSZTEIN, 1996), bem como utilizados na prescrição de sessões de exercícios intervalados (BILLAT, 2001), principalmente por modalidades com características contínuas de longa duração como no atletismo e ciclismo (CAPUTO; MELLO; DENADAI, 2003; ROZENEK et al., 2007).

Nesse sentido, Ziogas et al., (2011) avaliaram quais variáveis laboratoriais que melhor caracterizava a performance de *endurance* em equipes de diferentes divisões do futebol Grego (1ª, 2ª e 3ª divisão), dentre estes o $\dot{V}O_{2max}$, limiar anaeróbio e a economia de corrida. Os dados indicaram diferenças no limiar anaeróbio e economia de corrida, porém, similaridade nos valores de $\dot{V}O_{2max}$ entre as diferentes divisões avaliadas. Desta forma, os autores concluíram que estes parâmetros devem ser incluídos nas avaliações em paralelo ao $\dot{V}O_{2max}$, uma vez que as equipes diferiram para estes marcadores.

Em adição, Pedro et al., (2013) avaliando jogadores semiprofissionais e profissionais de futsal, observaram que a $v\dot{V}O_{2max}$ e a velocidade do limiar ventilatório diferiu significativamente de acordo com nível competitivo dos jogadores, enquanto que não foi encontrada diferença para as variáveis cardiorrespiratórias ($\dot{V}O_{2max}$ e limiar ventilatório).

Assim, o conhecimento das variáveis fisiológicas por meio de avaliações físicas em diferentes modalidades desportivas contribui com o conhecimento sobre os ajustes metabólicos necessários para o melhor desempenho desportivo correspondentes a cada

modalidade. Os testes laboratoriais são realizados em um ambiente controlado, com isso reduz o impacto de variáveis externas, fornecendo informações mais precisas e detalhadas (SVENSSON; DRUST, 2005).

Esta dissertação faz parte de um estudo desenvolvido pelo grupo de pesquisa em Performance Humana (UNIMEP), que tem como intuito avaliar a influência dos índices fisiológicos relacionados com a performance de *endurance* em atletas de futebol e basquetebol (modalidades coletivas).

2 REVISÃO DE LITERATURA

Durante o exercício, a principal função do sistema cardiorrespiratório é fornecer fluxo contínuo de oxigênio, nutrientes para manter a energia celular e conduzir a remoção de subprodutos metabólicos (MAYERS, 2001; LEVINE, 2008).

A determinação do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$) por meio da análise direta dos gases expirados no teste cardiopulmonar máximo (TCPmax) é considerado medida padrão-ouro para avaliar o nível de aptidão do sistema cardiorrespiratório (LEAR et al., 1999; MIDGLEY; MCNAUGHTON; WILKISON, 2006; LEVINE, 2008).

Teoricamente, durante a execução de um exercício em intensidade incremental até a exaustão, o consumo de oxigênio atinge um platô, mesmo com o aumento adicional da intensidade, resposta descrita inicialmente por Hill e Lupton (1923) e constatada por outros estudos (HILL; LONG; LUPTON, 1924; TAYLOR; BUSKIRK; HENSCHER, 1955). Dessa forma, o $\dot{V}O_{2max}$ representa a máxima taxa de captação de oxigênio do ambiente, transporte e utilização pelas mitocôndrias para produção de ATP por meio do metabolismo oxidativo durante o exercício máximo (MIDGLEY; MCNAUGHTON; WILKINSON, 2006; LEVINE, 2008), o qual pode ser expresso pela equação de Fick: débito cardíaco x diferença artériovenosa de oxigênio (LEAR et al., 1999; MAYERS, 2001).

Em termos de quantificação, o $\dot{V}O_{2max}$ pode ser expresso em valores absolutos (L/min) ou normalizados em valores relativos à massa corporal (mL/kg/min), permitindo assim, uma melhor comparação entre indivíduos com tamanho e massa corpórea diferentes.

Apesar de que o principal critério para a determinação do $\dot{V}O_{2max}$ é a ocorrência do platô no consumo máximo de oxigênio próximo à exaustão, definido como um aumento do consumo de oxigênio inferior a 1,5 mL/min (Taylor et al., 1955). Em testes de esforço máximo contínuo incremental, observa-se baixa incidência do platô, mesmo em indivíduos altamente treinados (DOHERTY; NOBBS; NOAKES, 2003; LUCÍA et al., 2006).

Assim, alguns critérios secundários também tem sido utilizados para caracterizar o $\dot{V}O_{2max}$ obtido durante os estágios finais do TCPmax, nos quais se incluem: I) frequência cardíaca máxima prevista para a idade (acima de 95%); II) razão de troca respiratória (acima de 1.1); III) concentração pico do lactato sanguíneo (acima de 8 mM pós-teste) (HOWLEY; BASSETT ; WELCH, 1995; MIDGLEY et al., 2007). No entanto, nenhum destes critérios quando avaliados de forma isolada são consenso para a determinação do consumo máximo de oxigênio, devido à variação fisiológica entre os indivíduos (MIDGLEY et al., 2007).

Segundo Bassett e Howley (2000), os fatores fisiológicos que podem limitar o $\dot{V}O_{2max}$ são: I) a capacidade de difusão pulmonar, II) débito cardíaco máximo, III) capacidade de transporte de oxigênio no sangue e, IV) músculo esquelético. Os três primeiros fatores são classificados como fatores “centrais” e o muscular denominado como fator “periférico”. Portanto, alterações (aumento ou diminuição) na capacidade funcional desses fatores fisiológicos podem resultar em alteração do $\dot{V}O_{2max}$.

Dentre os aspectos ambientais, o treinamento de *endurance* é conhecido como o principal modulador de respostas adaptativas que contribui para o aumento do $\dot{V}O_{2max}$ (JONES; CARTER, 2000). No entanto, fatores não modificáveis como a idade, sexo e genética também influenciam os valores de $\dot{V}O_{2max}$ e a individualidade responsiva ao treinamento físico (BOUCHARD et al., 1998). Desta maneira, outras variáveis como limiar lactato/ventilatório e a economia de movimento são avaliados em conjunto com o $\dot{V}O_{2max}$, para prever a performance de *endurance* dos atletas (BASSETT; HOWLEY, 2000; MIDGLEY; MCNAUGHTON; JONES, 2007).

Existe uma relação direta entre a intensidade de exercício e o aumento da concentração do lactato sanguíneo (BENEKE; LEITHÄUSER; OCHENTEL, 2011). Indivíduos com alto limiar de lactato são capazes de correr a um percentual de $\dot{V}O_{2max}$ também elevado, fator importante para prever a performance de *endurance*. (Yoshida et al., 1993; Tolfrey et.,

2009) O limiar de lactato durante o exercício também pode ser determinado por meio da resposta ventilatória no TCPmax, conhecido por ser um método de avaliação indireto (BINDER et al., 2007). Neste contexto, dois limiares podem ser avaliados durante o TCPmax e usados para estimar a aptidão física e/ou nortear a prescrição de sessões exercício (MEYER et al., 2005). Tais análises podem ser realizadas por meio de analisador de gases e metabólicos, o qual possibilita determinar o primeiro limiar ventilatório (LV1) e o segundo limiar ventilatório (LV2) (MEYER et al., 2005; BINDER et al., 2007).

A determinação gráfica do LV1 é normalmente realizada pelo método *V-slope*, no qual o $\dot{V}CO_2$ é plotado sobre o eixo-y e $\dot{V}O_2$ sobre o eixo-x. Inicialmente, a análise do gráfico indica uma relação linear ($\dot{V}CO_2$ e $\dot{V}O_2$) com o aumento da intensidade do exercício, um subsequente aumento nesta inclinação é observado, indicando o excesso de CO_2 exalado (MEYER et al., 2005; BINDER et al., 2007) (Figura 1a).

Há outros três critérios destacados por Meyer et al., (2005) para detectar o LV1: I) o primeiro aumento no equivalente ventilatório de oxigênio ($\dot{V}E/\dot{V}O_2$) sem um aumento concomitante do equivalente ventilatório de dióxido de carbono ($\dot{V}E/\dot{V}CO_2$) (figura 1b); II) o primeiro aumento proporcional na relação de troca respiratória ($RER = \dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$) (figura 1c); III) o primeiro aumento da fração expirada de oxigênio (figura 1d). Porém, Meyer et al., (2005) recomendam a utilização do método *V-slope* como a abordagem mais direta, utilizando apenas as medidas de $\dot{V}CO_2$ e $\dot{V}O_2$. Em adição, os autores citam que o emprego de dados de ventilação adiciona uma fonte de variação, devido à sensibilidade individual dos quimiorreceptores para a pressão parcial de dióxido de carbono. Sugerindo, portanto, que os outros métodos devam dar suporte apenas para os casos de indeterminação do LV1 por meio do método *V-slope*.

O LV2 representa o início da hiperventilação induzida pelo exercício, ou seja, um aumento da $\dot{V}E$ em relação $\dot{V}CO_2$. Graficamente, o LV2 é determinado de forma similar ao método *V-slope*, com a $\dot{V}E$ no eixo-y e $\dot{V}CO_2$ no eixo-x (Figura 1e). De forma alternativa, o primeiro aumento do equivalente ventilatório de CO_2 ou a primeira queda na fração expiratória de CO_2 também podem ser utilizados (Figura 1f e Figura 1g) (MEYER et al., 2005; BINDER et al., 2007). A figura 1 ilustra diferentes métodos supracitados para a determinação dos limiares ventilatórios.

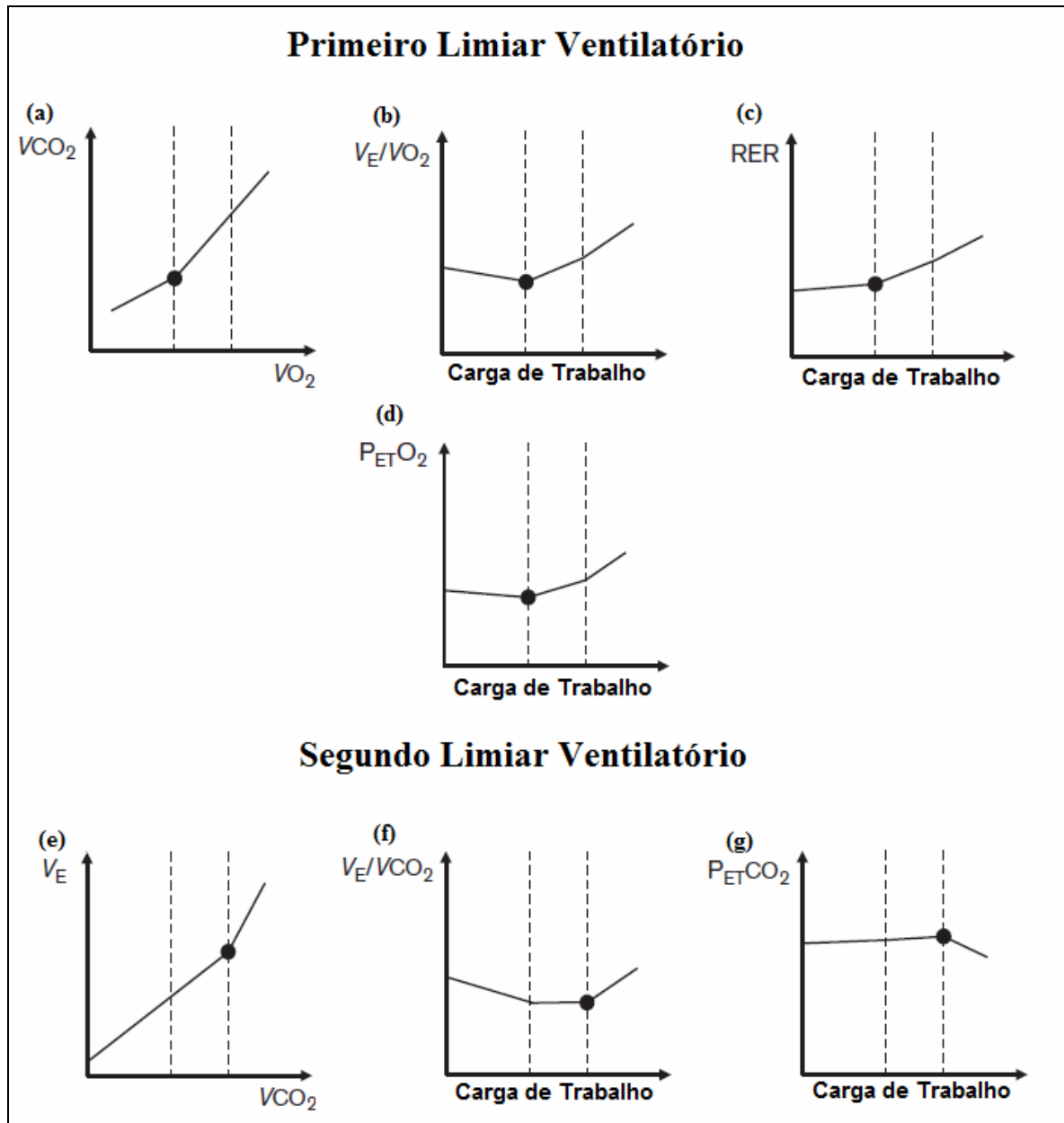


Figura 1: Representação esquemática de diferentes métodos para a determinação dos limiares ventilatórios, durante o teste cardiopulmonar máximo. (a) produção de dióxido de carbono em relação ao consumo de oxigênio (b) comportamento do equivalente ventilatório de oxigênio; (c) comportamento da razão de troca respiratória; (d) comportamento da fração de oxigênio expirada; (e) ventilação em relação à produção de dióxido de carbono; (f) comportamento do equivalente ventilatório de dióxido de carbono; (g) comportamento da fração de dióxido de carbono expirado. Legenda: ventilação (\dot{V}_E), razão de troca respiratória (RER), produção de dióxido de carbono (\dot{V}_{CO_2}), equivalente ventilatório de oxigênio ($\dot{V}_E / \dot{V}_{O_2}$), fração expirada de oxigênio ($P_{ET}O_2$), consumo de oxigênio (\dot{V}_{O_2}), equivalente ventilatório de dióxido de carbono ($\dot{V}_E / \dot{V}_{CO_2}$), fração expirada de dióxido de carbono ($P_{ET}CO_2$). Modificado de Binder et al., (2008).

A economia de movimento é conhecida como um método efetivo para avaliar a performance de *endurance*; usualmente definida como a demanda de oxigênio necessária para uma determinada intensidade de exercício submáxima, determinada por meio da medida do consumo de oxigênio e a taxa de troca respiratória em estado estável (SAUNDERS et al., 2004).

Conceitualmente, a economia de movimento resulta em melhoria da capacidade de *endurance*, devido ao consumo de oxigênio reduzido para uma determinada distância, resultando em menor alteração da homeostase (celular e sistêmica), utilização do glicogênio muscular e capacidade de manter uma maior intensidade de exercício (JUNG, 2003; FOSTER; LUCIA, 2007). Neste sentido, em corredores que possuem valores semelhantes de $\dot{V}O_{2max}$, a economia de movimento apresenta alta associação com o desempenho de *endurance* (CONLEY; KRAHENBUHL, 1980).

Estudos fisiológicos e biomecânicos indicam diversos fatores associados com a economia de movimento, dentre estes, se destacam: alto percentual de fibras musculares do tipo I (HOROWITZ; SIDOSSIS; COYLE, 1994), variáveis biomecânicas (TARTATUGA et al., 2012), comprimento de tendões (especialmente tendão de Aquiles) e articulações menos flexíveis de membros inferiores (HUNTER et al., 2011). Em adição, metodologias de treinamento como o de força máxima (STØREN et al., 2008; GUGLIELMO; GRECO; DENADAI, 2009) e potência (TURNER, OWING; SCHWANE, 2003; SAUNDERS et al., 2006) demonstraram ser eficientes na melhora da economia de corrida. Desta forma, sugere-se que fatores neurais e musculares também podem estar envolvidos na melhora da capacidade de *endurance*, por atuar na qualidade da economia de movimento.

Outra variável relacionada à performance de *endurance* e utilizada para a prescrição de sessões de exercício é a velocidade do consumo máximo de oxigênio ($v\dot{V}O_{2max}$), descrito por Billat (1994) como a menor velocidade na qual o $\dot{V}O_{2max}$ é atingido durante o teste de esforço máximo de intensidade incremental. A $v\dot{V}O_{2max}$ tem sido associada à performance de *endurance* em atletas que apresentavam valores similares de $\dot{V}O_{2max}$ (MORGAN et al., 1989; NOAKES; MYBURGH; SCHALL, 1990; YOSHIDA et al., 1993). Desta forma, a $v\dot{V}O_{2max}$ é descrita por Billat e Koralsztein, (1996) como o índice que melhor descreve a associação entre a potência aeróbia máxima e a economia de movimento, visto que atletas com $\dot{V}O_{2max}$ semelhantes podem apresentar valores distintos de $v\dot{V}O_{2max}$, explicando, em parte, as

diferenças na performance de *endurance* entre os indivíduos treinados. Para Noakes (1988), a $\dot{V}O_{2max}$ está relacionada com fatores de potência muscular e/ou características neuromusculares.

da Silva et al., (2010) encontraram correlação significativa entre o limiar anaeróbio e $\dot{V}O_{2max}$ com as variáveis: tempo médio e índice de fadiga obtidos em um teste que avalia a capacidade de *sprints* repetidos; importante componente da aptidão física dos atletas de modalidades intermitentes. Ademais, a $\dot{V}O_{2max}$ é um parâmetro que é utilizado para verificar modificações adaptativas durante períodos de treinamento, uma vez que a melhora da performance de *endurance* ocorre muitas vezes sem modificações significativas no $\dot{V}O_{2max}$.

Neste sentido, Billat et al., (1999) avaliaram o efeito de quatro semanas de treinamento de *endurance* tradicional de alto volume (seis sessões por semana) e intervalado (uma sessão por semana) em oito homens treinados. No estudo foi reportada alteração significativa na $\dot{V}O_{2max}$ (20,5 km/h para 21,1 km/h) e economia de movimento na velocidade de 14 km/h (50,6 mL/min/kg para 47,5 mL/min/kg), sem aumento significativo no $\dot{V}O_{2max}$ (71,6 mL/min/kg para 72,7 6 mL/min/kg). Jones (1998) acompanhou as adaptações fisiológicas obtidas no TCPmax por um período de 5 anos, em uma atleta de elite do sexo feminino. No estudo foram observados aumentos significativos de 8% na performance de corrida (3.000 metros), com alteração positiva na $\dot{V}O_{2max}$ (19 km/h para 20,4 km/h), velocidade do limiar de lactato (15 km/h para 18 km/h) e economia de movimento na velocidade de 16 km/h (53 mL/min/kg para 48 mL/min/kg). Por outro lado, houve um declínio nos valores de $\dot{V}O_{2max}$ (73 mL/min/kg para 66 mL/min/kg) durante o mesmo período.

A partir dos dados destes estudos, o $\dot{V}O_{2max}$ parece ser apenas um dos fatores que determina a capacidade de *endurance* de atletas. Portanto, podem existir limitações na utilização apenas do $\dot{V}O_{2max}$, com o intuito do monitoramento das adaptações fisiológicas provenientes dos períodos de treinamento e predição na performance de *endurance* para a população treinada.

A partir da variável $\dot{V}O_{2max}$, é possível determinar o tempo limite (T_{lim}) de exaustão, metodologia utilizada também para avaliar a performance de *endurance* (BILLAT;

KORALSZTEIN, 1996). Valores de T_{lim} na $\dot{V}O_{2max}$ entre 384 segundos para ciclistas e 309 segundos para corredores treinados são descritos Caputo, Mello e Denadai, (2003), o que indica ser uma variável dependente da população avaliada. Por outro lado, quando a reprodutibilidade do teste foi avaliada por Billat et al (1994a) a partir da análise de corredores treinados, observou-se que os dados se repetiam no intervalo de uma semana, porém, a comparação entre indivíduos mostrou variável, apresentando um alto coeficiente de variação (cerca de 25%). Assim, a variabilidade do teste representa um objeto de estudo interessante.

Estudos demonstram correlação inversa entre as variáveis $\dot{V}O_{2max}$ (BILLAT et al., 1994; BILLAT et al., 1996; FAINA et al., 1997) e $v\dot{V}O_{2max}$ (BILLAT et al., 1994; BILLAT et al., 1995; BILLAT et al., 1996a; RENOUX et al., 2000), apesar da análise bioenergética de corredores recreacionais de longa distância, ter demonstrado que a produção de energia proveniente do metabolismo aeróbio representa ~ 83% do gasto energético total durante T_{lim} na $\dot{V}O_{2max}$ (BERTUZZI et al., 2012). Estes dados demonstram que apesar da predominância durante o T_{lim} na $\dot{V}O_{2max}$, as variáveis associadas ao metabolismo aeróbio ($\dot{V}O_{2max}$ e $v\dot{V}O_{2max}$) não estariam associadas com a resistência à fadiga durante a corrida até a exaustão voluntária. Por outro lado, o T_{lim} foi correlacionado positivamente com o limiar de lactato a 3,5 mM (BILLAT et al., 1994a) e 4 mM (BILLAT et al., 1994) expresso em percentual do $\dot{V}O_{2max}$. Isto posto, pode-se considerar que o acúmulo tardio nas concentrações do lactato sanguíneo, em maior intensidade do percentual do $\dot{V}O_{2max}$, está relacionado à capacidade de resistir à exaustão na $v\dot{V}O_{2max}$.

O músculo esquelético é conhecido como o principal indutor na produção do lactato; metabólito formado na fase anaeróbica do sistema glicolítico, o qual se acumula na célula muscular e corrente sanguínea durante exercícios de alta intensidade (VAN HALL, 2010). O lactato é co-transportado juntamente com uma molécula de próton (H^+) para a corrente sanguínea por meio de transportadores específicos (MCT1 e MCT4) presentes na membrana da célula muscular (JUEL, 2001). Acúmulo de íons H^+ intra e extracelular está associado com a indução da acidose e fadiga muscular (MESSONNIER; KRISTENSEN; JUEL; DENIS, 2007), portanto, mecanismos de tamponamento e retirada H^+ são essenciais para a manutenção da contração muscular de alta intensidade por um maior tempo, resultando dessa forma, em uma melhor performance de *endurance*.

Corroborando com esse conceito, Messonnier et al., (2002) demonstraram que indivíduos que possuíam melhor capacidade de remoção do lactato sanguíneo após exercício realizado por 5 minutos a 90% da carga máxima obtida no teste máximo em cicloergômetro, foram os que obtiveram melhor desempenho no Tlim de exaustão na carga máxima correspondente ao $\dot{V}O_{2max}$. Logo, uma maior capacidade de remoção do lactato/H⁺ proveniente da contração muscular de alta intensidade, impediria o acúmulo muscular e sanguíneo destes. Fato que pode resultar em uma melhor manutenção da homeostase que, por sua vez, favoreceria a manutenção da atividade muscular de alta intensidade por um maior período.

Com objetivo de estimar a contribuição do sistema anaeróbio no Tlim de exaustão na $\dot{V}O_{2max}$, Faina et al., (1997) avaliaram a relação entre o Tlim com Máximo Déficit Acumulado de Oxigênio (MAOD) em nadadores, ciclistas e remadores de caiaque. No estudo foi demonstrado que 15,2% do gasto energético durante o Tlim de exaustão na $\dot{V}O_{2max}$ era proveniente do metabolismo anaeróbio. Em adição, o Tlim foi positivamente correlacionado com o MAOD e negativamente correlacionado com o $\dot{V}O_{2max}$. Em concordância com estes resultados, Renoux et al., (1999) demonstraram que o Tlim foi positivamente correlacionado com a determinação MAOD em corredores. Apesar da menor contribuição energética do metabolismo anaeróbio durante o Tlim na $\dot{V}O_{2max}$ (FAINA et al., 1997), os indivíduos que possuíam maior capacidade anaeróbia foram os mais eficientes durante o teste de carga constante na $\dot{V}O_{2max}$ até a exaustão voluntária (FAINA et al., 1997; RENOUX et al., 1999).

O treinamento de força máxima (alta intensidade e baixo volume) é conhecido como um método efetivo para a melhora da capacidade de produção de força e potência muscular por meio das adaptações neurais, em vez da hipertrofia muscular (GABRIEL; KAMEN; FROST, 2006), metodologia atualmente investigada devido à possível melhora na performance de *endurance* (AAGAARD; ANDERSEN, 2010). Nesse sentido, Hickson et al., (1988) avaliaram o efeito da adição do treinamento de força máxima em conjunto com o treinamento de *endurance* em ciclistas e corredores treinados, por um período de 10 semanas. No estudo, foi observada uma melhora de 30% na capacidade de produção de força de membros inferiores (teste 1RM), sem alteração significativa no $\dot{V}O_{2max}$, na composição corporal, no tipo de fibra muscular ou na atividade da enzima citrato sintase (biópsia - vasto

lateral). Por outro lado, o Tlim de exaustão na $\dot{V}\dot{O}_{2max}$ obteve aumento significativo de 13%.

Støren et al., (2008) investigaram o efeito da adição do treinamento de força máxima em um grupo de corredores treinados, por um período de oito semanas. Os resultados demonstraram melhora significativa na capacidade de produção de força muscular (aumento de 33% no teste 1RM – meio agachamento), razão de desenvolvimento de força (aumento de 26% - meio agachamento), economia de corrida em 70% do $\dot{V}\dot{O}_{2max}$ (aumento de 5%) e Tlim de exaustão na $\dot{V}\dot{O}_{2max}$ (aumento de 21%); porém, sem alterações significativas no $\dot{V}\dot{O}_{2max}$ e peso corporal. Em adição, o grupo controle (realizando somente treinamento de *endurance*) não obteve melhora significativa em nenhum parâmetro avaliado no estudo.

Posteriormente, outro estudo do mesmo grupo (SUNDE et al., 2010) avaliou a resposta ao treinamento de força máxima realizados em ciclistas treinados. Os dados indicaram alteração significativa na capacidade de produção de força muscular (aumento de 14% no teste 1RM – meio agachamento), razão de desenvolvimento de força (aumento de 17% - meio agachamento), economia de movimento no ciclismo em 70% do $\dot{V}\dot{O}_{2max}$ (aumento de 5%), eficiência de trabalho no ciclismo em 70% do $\dot{V}\dot{O}_{2max}$ (aumento de 5%) e Tlim de exaustão na $\dot{V}\dot{O}_{2max}$ (aumento de 17%); porém, sem alterações significativas no $\dot{V}\dot{O}_{2max}$ e peso corporal. O grupo controle obteve pequena alteração (1%), porém significativa na eficiência de trabalho no ciclismo em 70% do $\dot{V}\dot{O}_{2max}$, no entanto, menor que o grupo treinado em força máxima. Não foram observadas alterações significativas nas demais variáveis para o grupo controle.

Dessa forma, a melhoria observada na economia de movimento e Tlim de exaustão na $\dot{V}\dot{O}_{2max}$, pode estar relacionada com a redução da carga relativa durante os testes, devido a uma melhora na eficiência do recrutamento de unidades motoras. Portanto, o Tlim de exaustão na $\dot{V}\dot{O}_{2max}$ pode estar relacionado a fatores anaeróbios (FAINA et al., 1997; RENOUX et al., 1999) e/ou neuromusculares (HICKSON et al., 1988; STØREN et al., 2008; SUNDE et al., 2010).

As modalidades futebol e basquetebol são desenvolvidos de forma intermitente, em que se observa o metabolismo anaeróbio como fator determinante, porém com a participação predominante do metabolismo aeróbio durante as partidas (BANGSBO; MOHR.

KRUSTRUP, 2006; ZIV; LIDOR, 2009). Neste sentido, aplicação de testes laboratoriais que avaliam variáveis fisiológicas relacionadas com a performance de *endurance* como o $\dot{V}O_{2max}$, limiar ventilatório, tempo limite e entre outros podem ajudar entender os aspectos relacionados com a aptidão física destas modalidades.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo geral do presente estudo foi avaliar as variáveis cardiorrespiratórias, Tlim de exaustão no teste de carga constante na $\dot{V}O_{2max}$ e resposta lactacidêmica, entre os atletas da modalidade de basquetebol e futebol.

3.1 Objetivos Específicos

- I) Comparar as variáveis cardiorrespiratórias obtidas no TCPmax entre modalidades.
- II) Comparar o Tlim de exaustão e distância máxima (Dmax) percorrida no teste de carga constante na velocidade do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$) entre modalidades.
- III) Comparar a cinética de remoção do lactato sanguíneo após o Tlim de exaustão no teste de carga constante na $\dot{V}O_{2max}$ entre modalidades.
- IV) Correlacionar as variáveis obtidas no TCPmax com o Tlim de exaustão no teste de carga constante na velocidade do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$).

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os dados da presente dissertação serão apresentados no formato de artigo científico original intitulado: “Tempo de Exaustão na velocidade do $\dot{V}O_{2max}$ em atletas de futebol e basquetebol”. O presente estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Metodista de Piracicaba; sob o número de protocolo: 86/12 (Anexo 1).

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAGAARD, P., ANDERSEN, J. L. Effects of strength training on endurance capacity in top-level endurance athletes. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v. 20, n. 2, p. 39-47, 2010.

ALEXANDER, R. M. Bipedal animals, and their differences from humans. **Journal of Anatomy**, London, v. 204, n. 5, p. 321-30, 2004.

BANGSBO, J., MOHR, M., KRUSTRUP, P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 24, n. 7, p. 665-74. 2006.

BASSETT, D. R. Jr.; HOWLEY, E. T. Maximal oxygen uptake: "classical" versus "contemporary" viewpoints. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 29, n. 5, p. 591-603, 1997.

BASSETT, D. R. Jr.; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 1, p. 70-84, 2000.

BENEKE, R., LEITHÄUSER, R. M., OCHENTEL, O. Blood lactate diagnostics in exercise testing and training. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v. 6, n. 1, p. 8-24, 2011

BERTUZZI, R., BUENO, S., PASQUA, L. A., ACQUESTA, F. M., BATISTA, M. B., ROSCHEL, H., KISS, M. A., SERRÃO, J. C., TRICOLI, V., UGRINOWITSCH, C. Bioenergetics and neuromuscular determinants of the time to exhaustion at velocity corresponding to VO₂max in recreational long-distance runners. **Journal Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 26, n. 8, p. 2096-102, 2012.

BILLAT, V., RENOUX, J. C., PINOTEAU, J., PETIT, B., KORALSZTEIN, J. P. Times to exhaustion at 100% of velocity at VO₂max and modelling of the time-limit/velocity relationship in elite long-distance runners. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 69, n. 3, p. 271-3. 1994.

BILLAT, V., RENOUX, J. C., PINOTEAU, J., PETIT, B., KORALSZTEIN, J. P. Reproducibility of running time to exhaustion at VO₂max in subelite runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 26, n. 2, p. 254-7, 1994a.

BILLAT, V., BERNARD, O., PINOTEAU, J., PETIT, B., KORALSTEIN, J. P. Time to exhaustion at VO₂max and lactate steady state velocity in sub elite long-distance runners. **Archives Internationales de Physiologie de Biochimie et de Biophysique**, Liege, v. 102, n. 3, p. 215-9, 1994b.

BILLAT, L. V., KORALSZTEIN, J. P. Significance of the velocity at VO₂max and time to exhaustion at this velocity. **Sports Medicine**, Auckland, v. 22, n. 2, p. 90-108, 1996.

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

BILLAT, V., BEILLOT, J., JAN, J., ROCHCONGAR, P., CARRE, F. Gender effect on the relationship of time limit at 100% VO₂max with other bioenergetic characteristics. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 28, n. 8, p. 1049-55, 1996a.

BILLAT, V. L., FLECHET, B., PETIT, B., MURIAUX, G., KORALSZTEIN, J. P. Interval training at VO₂max: effects on aerobic performance and overtraining markers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 31, n. 1, p. 156-63, 1999.

BILLAT, L. V. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. **Sports Medicine**, Auckland, v. 31, n. 1, p. 13-31, 2001

BILLAT, V. L., P. SIRVENT, P., PY, G., KORALSZTEIN, J. P., MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, n. 6, p. 407-26, 2003.

BINDER, R. K., WONISCH, M., CORRA, U., COHEN-SOLAL, A., VANHEES, L., SANER, H., SCHMID, J. P.. Methodological approach to the first and second lactate threshold in incremental cardiopulmonary exercise testing. **European Journal Cardiovascular Prevention Rehabilitation**, London, v. 15, n. 6, p. 726-34, 2008.

BOSQUETE, L., LÉGER, L., LEGROS, P. Methods to determine aerobic endurance. **Sports Medicine**, Auckland, v. 32, n. 11, p. 675-700, 2002.

BOUCHARD, C., DAW, E. W., RICE, T., PÉRUSSE, L., GAGNON, J., PROVINCE, M. A., LEON, A. S., RAO, D. C., SKINNER, J. S., WILMORE, J. H. Familial resemblance for VO₂max in the sedentary state: the HERITAGE family study. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 30, n. 2. p. 252-8, 1998.

CAPUTO, F., MELLO, M. T., DENADAI, B. S. Oxygen uptake kinetics and time to exhaustion in cycling and running: a comparison between trained and untrained subjects. **Archives of Physiology and Biochemistry**, Lisse, v. 111, n. 5, p. 461-6, 2003.

CONLEY, D. L., KRAHENBUHL, G. S. Running economy and distance running performance of highly trained athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 12, n. 5, p. 357-60, 1980.

CORMIE, P., MCGUIGAN, M. R., NEWTON, R. U. Developing maximal neuromuscular power: Part 1—biological basis of maximal power production. **Sports Medicine**, Auckland, v. 41, n. 1, p. 17-38, 2011.

DENADAI, B. S., ORTIZ, M. J., MELLO, M. T. Índices fisiológicos associados com a “performance” aeróbia em corredores de “endurance”: efeitos da duração da prova. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 10, n. 5, p. 401-4, 2004.

DOHERTY, M., NOBBS, L., NOAKES, T. D. Low frequency of the "plateau phenomenon" during maximal exercise in elite British athletes. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 89, n. 6, p. 619-23, 2003.

GABRIEL, D. A., KAMEN, G., FROST. Neural adaptations to resistive exercise: mechanism and recommendations for training practices. **Sports Medicine**, Auckland, v. 36, n. 2, p. 133-49, 2006.

FAINA, M., BILLAT, V., SQUADRONE, R., DE ANGELIS, M., KORALSZTEIN, J. P., DAL MONTE, A. Anaerobic contribution to the time to exhaustion at the minimal exercise intensity at which maximal oxygen uptake occurs in elite cyclists, kayakist and swimmers. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 76, n. 1, p. 13-20, 1997.

FAUDE, O., KINDERMANN, W., MEYER, T. Lactate threshold concepts: how valid are they?. **Sports Medicine**, Auckland, v. 39, n. 6, p. 469-90, 2009.

FERRAZZA, A. M., MARTOLINI, D., VALLI, G., PALANGE, P. Cardiopulmonary exercise testing in the functional and prognostic evaluation of patients with pulmonary diseases. **Respiration**, Basel, v. 77, n. 1, p. 3-17, 2009.

FERRETTI, G., BRINGARD, A., PERINI, R. An analysis of human performance in human locomotion. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 111, n. 3, p. 391-401, 2011.

FERRI, A., ADAMO, S., La TORRE, A., MARZORATI, M., BISHOP, D. J., MISEROCCHI, G. Determinants of performance in 1,500-m runners. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 112, n. 8, p. 3033-43, 2012.

FOSTER, C., LUCIA, A. Running economy : the forgotten factor in elite performance. **Sports Medicine**, Auckland, v. 37, n. 4-5, p. 316-9, 2007.

GUGLIELMO, L. G., GRECO, C. C., DENADAI, B. S. Effects of strength training on running economy. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.30, n.1, Jan, p.27-32. 2009.

HICKSON, R. C., DVORAK, B. A., GOROSTIAGA, E. M., KUROWSKI, T. T., FOSTER, C. Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. **Journal of Applied Physiology (1948)**, Washington, v. 65, n. 5, p. 2285-90, 1988.

HILL, A. V., LUPTON, H. Muscular exercise, lactic acid, and supply and utilization of oxygen. **QJM: An international Journal of Medicine**, Oxford, v. 16, n. 62, p. 135-171, 1923.

HILL, A. V.; LONG, C. N. H.; LUPTON, H. Muscle exercise, lactic acid, and supply and utilization of oxygen: parts VII-VIII. **Proceedings Royal Society of London**, London v. 97, p. 155-176, 1924

HOROWITZ, J. F., SIDOSSIS, L. S., COYLE, E. F. High efficiency of type I muscle fibers improves performance. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 15, n. 3, p. 152-7, 1994.

HOWLEY, E. T., BASSETT, D. R. JR., WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 27, n. 9, p. 1292-301, 1995.

HUNTER, G. R., KATSOULIS, K., McCARTHY, J. P., OGARD, W. K., BAMMAN, M. M., WOOS, D. S., Den HOLLANDER, J. A., BLAUDEAU, T. E., NEWCOMER, B. R. Tendon length and joint flexibility are related to running economy. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 43, n. 8, p. 1492-9, 2011.

JONES, A. M. A five year physiological case study of an Olympic runner. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 32, n. 1, p. 39-43, 1998.

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

JUEL, C. Current aspects of lactate exchange: lactate/H⁺ transport in human skeletal muscle. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 86, n. 1, p. 12-6, 2001.

JUNG, A. P. The impact of resistance training on distance running performance. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, n. 7, p. 539-52, 2003.

KALAPOTHARAKOS, V. I., ZIOGAS, G., TOKMAKIDIS, S. P. Seasonal aerobic performance variations in elite soccer players. **Journal Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 25, n. 6, p. 1502-7, 2011.

KIELY, J. Periodization paradigms in the 21st century: evidence-led or tradition-driven? **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v. 7, n. 3, p. 242-50, 2012.

LEAR, S. A., BROZIC, A., MYERS, J. N., IGNASZEWSKI, A. Exercise stress testing. An overview of current guidelines. **Sports Medicine**, Auckland, v. 27, n. 5; p. 285-312, 1999.

LEVINE, B. D. VO₂max: what do we know, and what do we still need to know? **Journal of Physiology**, London, v. 586, n. 1, p. 25-34, 2008.

LUCÍA, A., RABADAN, M., HOYOS, J., HERNÁNDEZ-CAPILLA, M., PÉREZ, M., SAN JUAN, A. F., ERNEST, C. P., CHICHARRO, J. L. Frequency of the VO₂max plateau phenomenon in world-class cyclists. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 27, n. 12, p. 984-92, 2006.

MAYERS, J. N. The physiology behind exercise testing. **Primary Care: Clinics in Office Practice**, v. 28, n. 1, p. 5-28, 2001.

MESSONNIER, L., FREUND, H., DENIS, C., DORMOIS, D., DUFOUR, A. B., LACOUR, J. R. Time to exhaustion at VO₂max is related to the lactate exchange and removal abilities. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 23, n. 6, p. 433-8, 2002.

MESSONNIER, L., KRISTENSEN, M., JUEL, C., DENIS, C. Importance of pH regulation and lactate/H⁺ transport capacity for work production during supramaximal exercise in humans. **Journal of Applied Physiology (1948)**, Washington, v. 102, n. 5, p. 1936-44, 2007.

METAXAS, T. I., KOUTLIANOS, N., SENDELIDES, T., MANDROUKAS, A. Preseason physiological profile of soccer basketball players in different divisions. **Journal Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 23, n. 6, p. 1704-13, 2009.

MEYER, T., LUCÍA, A., EARNEST, C. P., KINDERMANN, W. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters--theory and application. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 26, Suppl 1, p. S38-48, 2005.

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 Medicine**, Auckland, v. 37, n. 12, p. 1019-28, 2007.

MIDGLEY, A. W., MCNAUGHTON, L. R., JONES, A. M. Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance: can valid recommendations be given to runners and coaches based on current scientific knowledge? **Sports Medicine**, Auckland, v. 37, n. 10, p. 857-80, 2007.

MIDGLEY, A. W., MCNAUGHTON, L. R., WILKISON, M. Is there an optimal training intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners?: empirical research findings, current opinions, physiological rationale and practical recommendations. **Sports Medicine**, Auckland, v. 36, n. 2, p. 117-32, 2006.

MORGAN, D. W., BALDINI, F. D., MARTIN, R. E., KOHRT, W. M. Ten kilometer performance and predicted velocity at VO₂max among well-trained male runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 21, n. 1, p. 78-83, 1989.

NOAKES, T. D. Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 20, n. 4, p. 319-30, 1988.

NOAKES, T. D., K. H. MYBURGH, K. H., SCHALL, R. Peak treadmill running velocity during the VO₂ max test predicts running performance. **Journal of Sports Science**, London, v. 8, n. 1, p. 35-45, 1990.

NOAKES, T. D. Maximal oxygen uptake: "classical" versus "contemporary" viewpoints: a rebuttal. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 30, n. 9, p. 1381-98, 1998.

NOAKES, T. D., PELTONEN, J. E., RUSKO, H. K. Evidence that a central governor regulates exercise performance during acute hypoxia and hyperoxia. **Journal of experimental biology**, London, v. 104, n. 18, p. 3225-34, 2001.

NOAKES, T. D. How did A V Hill understand the VO₂max and the "plateau phenomenon"? Still no clarity?. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 42, n. 7, p. 574-80, 2008.

NOAKES, T. D. Time to move beyond a brainless exercise physiology: the evidence for complex regulation of human exercise performance. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Ottawa, v. 36, n. 1, p. 23-35, 2011.

RENOUX, J. C., PETIT, B., BILLAT, V., KORALSZTEIN, J. P. Oxygen deficit is related to the exercise time to exhaustion at maximal aerobic speed in middle distance runners. **Archives of Physiology and Biochemistry**, Lisse, v. 107, n. 4, p. 280-5, 1999.

RENOUX, J. C., PETIT, B., BILLAT, V., KORALSZTEIN, J. P. Calculation of times to exhaustion at 100 and 120% maximal aerobic speed. **Ergonomics**, London, v. 43, n. 2, p. 160-6, 2000.

ROZENEK, R., FANUTO, K., KUBO, J., HOSHIKAWA, M., MATSUO, A. Physiological responses to interval training sessions at velocities associated with VO₂max. **Journal Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 21, n. 1, p. 188-92, 2007.

PEDRO, R. E., MILANEZ, V. F., BOULLOSA, D. A., NAKAMURA, F. Y. Running speeds at ventilatory threshold and maximal oxygen consumption discriminate futsal competitive level. **Journal Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 27, n. 2, p. 514-8, 2013.

SAUNDERS, P. U., PYNE, D. B., TELFORD, R. D., HAWLEY, J. A. Factors affecting running economy in trained distance runners. **Sports Medicine**, Auckland, v. 34, n. 7, p. 465-85, 2004.

SAUNDERS, P. U., TELFORD, R. D., PYNE, D. B., PELTOLA, E. M., CUNNINGHAM, R. B., GORE, C. J., HAWLEY, J. A. Short-term plyometric training improves running economy in highly trained middle and long distance runners. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 20, n. 4, p. 947-54, 2006.

STONE, N. M., KILDING, A. E. Aerobic conditioning for team sport athletes. **Sports Medicine**, Auckland, v. 39, n. 8, p. 615-42, 2009.

STØREN, O., HELGERUD, J., STØA E. M., HOFF, J. Maximal strength training improves running economy in distance runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 40, n. 6, p. 1087-92, 2008.

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. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 30, n. 1, p. 40-45, 2009.

SUNDE, A., STØREN, O., BJERKAAS, M., LARSEN, M. H., HOFF, J., HELGERUD, J. Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 24, n. 8, p. 2157-65, 2010.

SVENSSON, M., DRUST, B. Testing soccer players. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 23, n. 6, p. 601-18, 2005.

TARTARUGA, M. P., BRISSWALTER, J., PEYRÉ-TARTARUGA, L. A., AVILA, A. O, ALBERTON, C. L., CADORE, E. L., TIGGEMANN, C. L., SILVA, E. M., KRUEL, L. F.

The relationship between running economy and biomechanical variables in distance runners. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v. 83, n. 3, p. 367-75, 2012.

TAYLOR, H. L.; BUSKIRK, E., HENSCHER, A. Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. **Journal of Applied Physiology (1948)**, Washington, v. 8, n. 1, p. 73-80, 1955.

TOLFREY, K., S. HANSEN S. A., DUTTON, K., McKEE, T., JONES, A. M. Physiological correlates of 2-mile run performance as determined using a novel on-demand treadmill. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Ottawa, v. 34, n. 4, p. 763-72, 2009.

TURNER, A. M., OWINGS M., SCHWANE, J. A. Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 17, n. 1, p. 60-7, 2003.

Van HALL, G. Lactate kinetics in human tissues at rest and during exercise. **Acta Physiologica (Oxford, England)**, Oxford, v. 199, n. 4, p. 499-508, 2010.

ZIOGAS, G. G., PATRAS, K. N., STERGIOU, N., GEORGOULIS, A. A. Velocity at lactate threshold and running economy must also be considered along with maximal oxygen uptake when testing elite soccer players during preseason. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 25, n. 2, p. 414-9, 2011.

ZIV, G. LIDOR, R. Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. **Sports Medicine**, Auckland, v. 39, n. 7, p. 547-68, 2009.

WHITE, R. D., EVANS, C. H. Performing the exercise test. **Primary Care: Clinics in Office Practice**, v. 28, n. 1, p. 29-53, 2001.

YOSHIDA, T., UDO M., IWAI, K., YAMAGUCHI, T. Physiological characteristics related to endurance running performance in female distance runners. **Journal of Sports Science**, London, v. 11, n. 1, p. 57-62, 1993.

6 ARTIGO ORIGINAL

Título: Tempo de Exaustão na velocidade do $\dot{V}O_{2max}$ em atletas de futebol e basquetebol.

6.1 Resumo

O presente estudo teve como objetivo descrever e comparar o tempo limite (Tlim) de exaustão e distância máxima (Dmax) percorrida no teste de carga constante na velocidade do consumo máximo de oxigênio ($v\dot{V}O_{2max}$) entre os atletas da modalidade de basquetebol e futebol. Vinte e seis atletas de basquetebol e vinte e sete atletas de futebol realizaram: a) teste cardiopulmonar máximo (TCPmax) para determinar: consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$), primeiro limiar ventilatório (LV1), velocidade do LV1 ($vLV1$) e $\dot{V}O_{2max}$; b) teste de carga constante na $v\dot{V}O_{2max}$ para determinar: Tlim e Dmax; c) e cinética de remoção do lactato sanguíneo: basal, imediato, 3, 6, 9, 15 e 20 minutos após o teste de carga constante na $v\dot{V}O_{2max}$. As variáveis do TCPmax foram superiores ($P < 0.05$) para os atletas de futebol. Por outro lado, o Tlim foi maior ($P < 0.05$) para os atletas de basquetebol (318.0 ± 98.9 s) comparado com os atletas de futebol (255.3 ± 86.6 s), sem diferença significativa ($P > 0.05$) para a variável Dmax (basquetebol: 1344.7 ± 415.4 m; futebol: 1228.2 ± 369.6 m). Não foi encontrada diferença significativa ($P > 0.05$) na cinética de remoção e valor do lactato pico entre modalidades. Foi observada moderada correlação do Tlim com $\dot{V}O_{2max}$ ($r = -0.44$) $v\dot{V}O_{2max}$ ($r = -0.55$), $vLV1$ ($r = -0.43$) e lactato pico ($r = 0.47$) apenas para os atletas de futebol. Os dados citados sugerem que tais diferenças ocorrem devido às características fisiológicas inerentes à modalidade, com os atletas de futebol apresentando superiores parâmetros do metabolismo aeróbio, enquanto que os atletas de basquetebol obtiveram maior Tlim, sugerindo melhores parâmetros anaeróbicos e/ou neuromusculares.

Palavras-chaves: corrida; consumo máximo de oxigênio; tempo limite; basquetebol; futebol.

6.2 INTRODUÇÃO

Durante o exercício físico, a principal função do sistema cardiorrespiratório é fornecer um fluxo contínuo de oxigênio, nutrientes para o músculo esquelético e conduzir a remoção de subprodutos metabólicos provenientes da respiração muscular (MAYERS, 2001); representando um importante parâmetro para a análise da performance de *endurance*, principalmente em modalidades em que a corrida é parte integrante dos gestos motores.

O consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$) é conhecido como um parâmetro que expressa a aptidão do sistema cardiorrespiratório, além de ser utilizado como uma ferramenta prognostica de limitações cardiovasculares e/ou respiratórias (BASSETT; HOWLEY, 2000; FERRAZZA et al. 2009). No entanto, este parâmetro pode não ser discriminatório na performance de corrida em atletas (JONES 1998; DENADAI; ORTIZ; MELLO, 2004).

Assim, outras variáveis como limiar ventilatório e a economia de corrida são utilizados em conjunto com $\dot{V}O_{2max}$, para determinar parâmetros associados ao metabolismo aeróbio e prever a performance de *endurance* entre atletas (BASSETT; HOWLEY, 2000). Além destas variáveis, a menor velocidade associada ao $\dot{V}O_{2max}$ ($v\dot{V}O_{2max}$) é extensivamente investigada devido ao fato de que atletas que possuem semelhantes $\dot{V}O_{2max}$, podem apresentar distintos valores na $v\dot{V}O_{2max}$, explicando em partes a diferença entre a performance de corrida dos atletas (BILLAT; KORALSZTEIN, 1996).

A $v\dot{V}O_{2max}$ é também utilizada como intensidade para determinar o tempo limite (Tlim) de exaustão (BILLAT; KORALSZTEIN, 1996), parâmetro que foi correlacionado com o limiar de lactato expresso em percentual do $\dot{V}O_{2max}$ (BILLAT et al., 1994; BILLAT et al., 1994a) e com a capacidade anaeróbia em atletas (FAINA et al., 1997; RENOUX et al., 1999). Em adição, o treinamento de força máxima demonstrou ser eficiente na melhora do Tlim de exaustão em atletas corredores (STØREN et al., 2008) e ciclistas (SUNDE et al., 2010), sugerindo que o Tlim de exaustão na $v\dot{V}O_{2max}$ pode estar relacionado com metabolismo anaeróbio e/ou fatores neuromusculares.

Estudos reportam valores médios entre 2,5 minutos (BILLAT et al., 1996a) e 10 minutos (DEMARIE., KORALSZTEIN., BILLAT, 2000) para o Tlim de exaustão na

$\dot{V}O_{2max}$, demonstrando existir grande variabilidade mesmo entre indivíduos treinados (BILLAT et al., 1994a). Partindo desse princípio, Billat et al., (1996) avaliaram o Tlim em diferentes modalidades esportivas (ciclistas, caiaque, natação e corrida) que necessitam de adaptações no metabolismo aeróbio e que apresentavam distintos valores de $\dot{V}O_{2max}$ em ergômetros específicos. No estudo, foi observada diferença significativa no Tlim entre ciclistas (222 s) e remadores de caiaque (376 s). Portanto, também mostrando ser o resultado dependente da modalidade esportiva avaliada.

Por outro lado, o basquetebol e futebol são praticados por meio de movimentos intermitentes que requer a interação entre as vias aeróbia e anaeróbia, as quais podem promover respostas específicas sobre Tlim. Para o nosso conhecimento, nenhum estudo determinou o Tlim e a distância máxima percorrida (Dmax) no teste de carga contínua na $\dot{V}O_{2max}$ em atletas de basquetebol e futebol. Essa informação pode fornecer melhor compreensão das adaptações específicas e capacidade de *endurance* entre atletas, uma vez que a corrida é atividade elementar para essas modalidades coletivas. Portanto, investigações de variáveis relacionadas com performance de *endurance* entre modalidades esportivas podem fornecer informações relevantes para preparadores físicos na elaboração de programas de treinamento físico de acordo com a exigência desportiva.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi comparar o Tlim e Dmax no teste de carga contínua na $\dot{V}O_{2max}$ entre os atletas da modalidade de basquetebol e futebol. Adicionalmente, foi determinada a relação do Tlim com as variáveis: $\dot{V}O_{2max}$, $\dot{V}O_{2max}$, primeiro limiar ventilatório (LV1), velocidade do primeiro limiar ventilatório (vLV1) e lactato pico.

6.3 METODOLOGIA

6.3.1 Casuística

Participaram do estudo 26 atletas de basquetebol e 27 atletas de futebol (goleiros foram excluídos), com idades entre 18 e 23 anos. Todos os atletas estavam envolvidos em

sessões de treinamentos regulares (5-10 sessões semanais) no período preparatório para competições de nível estadual. Previamente à realização do estudo, todos os voluntários responderam a um questionário para avaliar o estado de saúde e assinaram, voluntariamente, um termo de consentimento livre e esclarecido, após terem sido informados sobre a pesquisa e procedimentos experimentais. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Metodista de Piracicaba, sob o número de protocolo: 86/12.

6.3.2 Critérios de Inclusão e Exclusão

Os critérios de inclusão e exclusão para participação do estudo foram: (a) ter no mínimo dois anos de experiência em competições de nível estadual; (b) estar familiarizado com a corrida em esteira; (d) não ter sofrido qualquer tipo de lesão que o afastasse de sessões de treinamentos e jogos por no mínimo um mês, antes da realização do estudo.

6.3.3 Procedimento Experimental

O estudo foi realizado de forma transversal e cada voluntário esteve presente duas vezes no laboratório, com um intervalo mínimo de 24 horas entre os testes. No primeiro encontro, foi conduzido o teste cardiopulmonar máximo (TCPmax) para a determinação dos parâmetros: consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$); primeiro limiar ventilatório (LV1); velocidade do LV1 (vLV1); velocidade do $\dot{V}O_{2max}$ ($v\dot{V}O_{2max}$) e frequência cardíaca máxima (FCmax). No segundo encontro, os atletas foram submetidos a um teste de carga constante na $v\dot{V}O_{2max}$ até a exaustão voluntária máxima para a determinação dos parâmetros: tempo limite (Tlim) e distância total percorrida (Dmax).

Ao final do teste de carga constante na $v\dot{V}O_{2max}$, foi realizada cinética de remoção do lactato sanguíneo para a determinação da resposta metabólica nos períodos: imediato, 3, 6, 9, 15 e 20 minutos, com prévia coleta do valor basal. Durante os procedimentos experimentais, a carga de treinamento foi reduzida e os atletas foram orientados a comparecerem aos testes descansados, alimentados e hidratados. Os voluntários foram motivados e encorajados

verbalmente a praticarem esforços máximos durante a realização dos testes, os quais foram executados no mesmo horário, com variação de ± 3 horas.

6.3.4 Teste Cardiopulmonar Máximo (TCPmax)

Os indivíduos realizaram TCPmax em esteira rolante (ATL Inbrasport, Porto Alegre, Brasil) utilizando um protocolo contínuo mantido com 1% de inclinação: aquecimento de 8 km/h por 3 minutos, seguido de aumento incremental da carga de 1 km/h a cada 1 minuto, até a exaustão voluntária (BERTUZZI et al., 2012). As variáveis respiratórias foram medidas diretamente a cada 20 segundos por meio de um analisador de gases metabólicos (VO2000 – Aerosport Medical Graphics, St. Paul, EUA). O valor mais elevado do consumo de oxigênio atingido durante o teste foi considerado o $\dot{V}O_{2max}$, enquanto que o LV1 foi determinado pelo método ventilatório (Meyer et al., 2005). Os critérios adicionais do teste máximo foram: razão de troca respiratória (RER) ≥ 1.1 e FCmax ≤ 10 bpm da máxima predita para idade. O equipamento foi calibrado a cada avaliação, de acordo com as recomendações do fabricante. A frequência cardíaca foi mensurada a cada 60 segundos, por meio de um dispositivo de monitoramento da frequência cardíaca (Polar Vantage NV, Kempele, Finlândia). A $v\dot{V}O_{2max}$ foi considerada como a menor velocidade de exercício no qual ocorreu o $\dot{V}O_{2max}$. Se a velocidade do estágio não pode ser mantida durante 1 minuto no TCPmax, a velocidade do estágio anterior foi definida como a $v\dot{V}O_{2max}$ (BERTUZZI et al., 2012).

6.3.5 Teste de carga constante na velocidade do consumo máximo de oxigênio

Previamente à execução do teste, os indivíduos realizaram um aquecimento de 5 minutos com intensidade de 1km/h abaixo do LV1. Após intervalo de 2 minutos, o teste de carga contínua foi iniciado. A partir do momento em que o atleta atingisse a $v\dot{V}O_{2max}$ (entre 8 e 10 segundos), um cronômetro manual era acionado (Timex[®], modelo 85103) e o teste foi finalizado quando o atleta atingiu a exaustão voluntária (inabilidade da manutenção da velocidade requerida).

O Tlim foi considerado como o tempo total de esforço mantido na $\dot{v}VO_{2max}$, sendo expresso em segundos. O Dmax foi determinado pela multiplicação da $\dot{v}VO_{2max}$ em metros por segundos pelo Tlim (s), sendo expresso em metros (CAPUTO; DENADAI, 2004).

6.3.6 Determinação da concentração de lactato

Amostras de sangue (25 μ L) foram coletadas das pontas dos dedos, por meio de capilares heparinizado, previamente calibrados e transferidos para microtubos de polietileno (1,5 mL), contendo 50 μ L de solução fluoreto de sódio a 1%. Em seguida, as amostras foram armazenadas a -70°C , para posterior análise. A determinação do lactato foi realizada por meio do analisador eletroenzimático (YSL 1500 SPORT, Yellow Springs Inc., EUA). As concentrações de lactato no sangue estão expressas em mM.

6.3.7 Análise Estatística

A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste Kolmogorov-Smirnov. Todos os dados apresentaram distribuição normal, assim as comparações das médias entre as modalidades (futebol e basquetebol) foram realizadas pelo teste *t* de *Student* independente. Análise de variância de um fator (ANOVA - *One Way*) para medidas repetidas foi utilizada na comparação dos valores da cinética de remoção do lactato sanguíneo. Quando a diferença apresentada era significativa, foi aplicado o teste de *Turkey* para comparações múltiplas. Coeficiente de correlação de *Pearson* foi utilizado para verificar o nível de correlação entre variáveis selecionadas. O nível de significância foi estabelecido em 5%. O cálculo amostral sugeriu um número mínimo de 18 voluntários para cada grupo, para o nível de significância de 5% (teste bi-caudal) e um poder de 80% para identificar diferenças entre grupos para a variável Tlim. Os dados estão expressos pela média \pm desvio padrão (DP).

6.4 RESULTADOS

6.4.1 Dados Antropométricos e Cardiorrespiratórios

As variáveis antropométricas e cardiorrespiratórias dos atletas de futebol e basquetebol estão descritas na tabela 1. A idade não diferiu significativamente ($P > 0.24$) entre grupos, enquanto que foram observados significativos valores na massa corporal ($P < 0.001$) e altura ($P < 0.001$) para os atletas de basquetebol. Análises das variáveis cardiorrespiratórias obtidas no TCPmax demonstraram valores superiores em todos os parâmetros avaliados para os atletas de futebol: $\dot{V}O_{2max}$ ($P < 0.001$), $v\dot{V}O_{2max}$ ($P < 0.001$) e LV ($P < 0.001$), vLV ($P < 0.001$), quando comparados com os atletas de basquetebol. Não foi encontrada diferença significativa ($P < 0.065$) para FCmax.

Tabela 1. Dados antropométricos e cardiorrespiratórios dos atletas de basquetebol e futebol.

Variáveis	Basquetebol (n = 26)	Futebol (n = 27)
Idade (anos)	18.9 ± 1.9	18.5 ± 0.9
Massa Corporal (kg)	82.8 ± 10.9 *	71.4 ± 5.9
Altura (cm)	190.2 ± 7.4 *	178.8 ± 6.7
$\dot{V}O_{2max}$ (mL/kg/mim)	50.0 ± 3.1	58.3 ± 4.2 *
$v\dot{V}O_{2max}$ (km/h)	15.3 ± 1.1	17.5 ± 1.1 *
LV1 (mL/kg/mim)	35.9 ± 4.1	41.3 ± 4.1 *
vLV1 (km/h)	10.1 ± 1.1	12.1 ± 0.8 *
FCmax (bpm)	190.6 ± 7.6	194.8 ± 8.3

Valores estão expressos com média ± DP. $\dot{V}O_{2max}$: consumo máximo de oxigênio; $v\dot{V}O_{2max}$: velocidade do consumo máximo de oxigênio; LV1: primeiro limiar ventilatório; vLV1: velocidade do primeiro limiar ventilatório; FCmax: frequência cardíaca máxima. * Diferença significativa entre grupos.

6.4.2 Determinação do T_{lim} e D_{max}

Na figura 1 estão ilustrados os dados obtidos no teste de carga constante na $\dot{V}O_{2max}$, incluindo os dados de tempo (s) e distância total percorrida (m), de acordo com os atletas da modalidade de futebol e basquetebol. A variável T_{lim} foi significativamente superior ($P < 0.017$) para os atletas de basquetebol (318.0 ± 98.9 s) em comparação com os atletas de futebol (255.3 ± 86.6 s). No entanto, não foi observada diferença significativa ($P > 0.285$) entre grupos para a variável D_{max} (basquetebol: 1344.7 ± 415.4 m; futebol: 1228.2 ± 369.6 m).

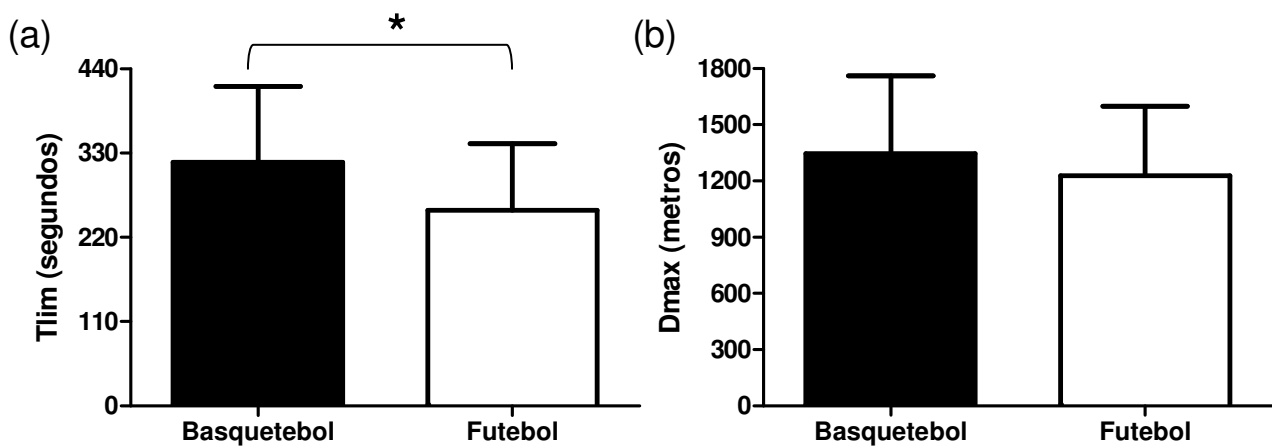


Figura 1: (a) Valores de Tempo limite (T_{lim}) em segundos obtidos no teste de carga constante na velocidade do consumo máximo de oxigênio para os grupos basquetebol e futebol; (b) Valores da distância máxima (D_{max}) em metros obtidos no teste de carga constante na velocidade do consumo máximo de oxigênio para os grupos basquetebol e futebol. * Diferença significativa entre grupos. Os dados estão expressos como média \pm DP.

6.4.3 Determinação da Concentração do Lactato Sanguíneo

Análise da cinética de remoção do lactato sanguíneo demonstrou alterações significativas ($P < 0.01$) até 20 minutos após o teste de carga constante na $\dot{V}O_{2max}$, comparado com o valor basal para ambos os grupos (figura 2). No entanto, foi observada interação significativa entre grupos ($P > 0.05$). Em adição, a concentração pico do lactato sanguíneo não diferiu significativamente entre grupos ($P > 0.05$), com valores de 14.4 ± 4.1 mM e 13.8 ± 3.0 mM para os atletas de basquetebol e futebol, respectivamente.

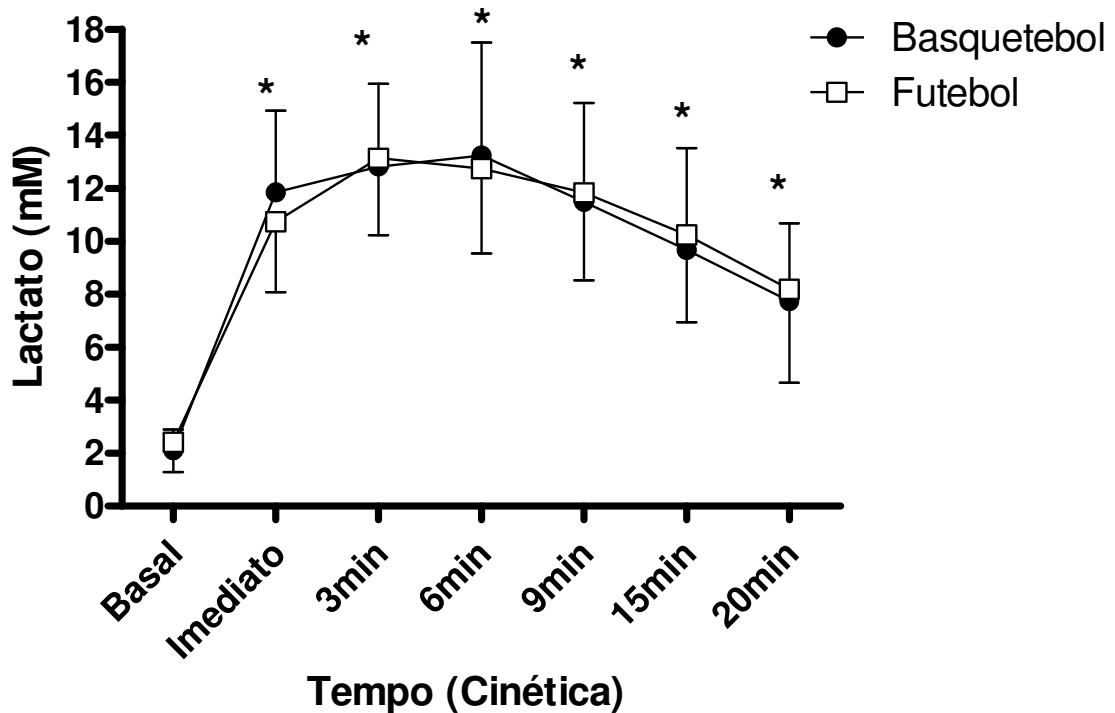


Figura 2: Concentrações do lactato sanguíneo (média \pm DP) dos tempos: basal, imediato, 3, 6, 9, 15 e 20 minutos após o teste de carga constante na velocidade do consumo máximo de oxigênio para os atletas de basquetebol e futebol * diferença significativa ($p < 0.001$) comparado aos valores basais dos atletas basquetebol e futebol.

6.4.4 Correlação com a Variável Tlim

Correlação significativa foi observada entre Tlim com $\dot{V}O_{2max}$, $v\dot{V}O_{2max}$, vLV1 e lactato pico para os atletas de futebol. Por outro lado, não foi observada correlação significativa em nenhuma variável para os atletas de basquetebol (tabela 2).

Tabela 2: Coeficiente de correlação de *Pearson* entre a variável: tempo limite (Tlim) com o consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$), velocidade do consumo máximo de oxigênio ($v\dot{V}O_{2max}$), primeiro limiar ventilatório (LV1) e velocidade do primeiro limiar ventilatório (vLV1).

<i>Variáveis</i>	<i>Basquetebol (n = 26)</i>	<i>Futebol (n = 27)</i>
Tlim x $\dot{V}O_{2max}$ (mL/kg/min)	r = -0.27 P = 0.18	r = -0.44 P = 0.02*
Tlim x $v\dot{V}O_{2max}$ (km/h)	r = -0.29 P = 0.15	r = -0.55 P = 0.01*
Tlim x LV1 (mL/kg/min)	r = -0.59 P = 0.77	r = -0.24 P = 0.23
Tlim x vLV1 (km/h)	r = 0.14 P = 0.51	r = -0.43 P = 0.02*
Tlim x Lactato Pico (mM)	r = 0.17 P = 0.41	r = 0.47 P = 0.01*

Legenda: $\dot{V}O_{2max}$: consumo máximo de oxigênio; $v\dot{V}O_{2max}$: velocidade do consumo máximo de oxigênio; LV1: primeiro limiar ventilatório; vLV1: velocidade do primeiro limiar ventilatório. * correlação significativa.

6.5 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar as variáveis cardiorrespiratórias e o desempenho no teste de carga constante na $\dot{V}O_{2max}$, entre os atletas da modalidade de basquetebol e futebol. Os principais achados foram: (a) todas as variáveis cardiorrespiratórias analisadas no TCPmax foram superiores para os atletas de futebol; (b) o Tlim na $\dot{V}O_{2max}$ foi superior para os atletas de basquetebol; (c) não foi observada diferença significativa na Dmax percorrida na $\dot{V}O_{2max}$ entre as modalidades; (d) as variáveis $\dot{V}O_{2max}$, $\dot{V}O_{2max}$, vLV1 e lactato pico foram moderadamente associadas com Tlim para os atletas de futebol.

A potência aeróbia representa a máxima taxa de captação do oxigênio molecular do ambiente, transporte e utilização pelas mitocôndrias para respiração celular durante o exercício (MIDGLEY., MCNAUGHTON., WILKINSON, 2006; LEVINE, 2008). Os valores de $\dot{V}O_{2max}$ apresentados pelos atletas no presente estudo estiveram de acordo com valores reportados por da Silva et al., (2011) para atletas de futebol (entre 55-68 mL/kg/min) e, Ziv e Lidor, (2009) para atletas de basquetebol (entre 50-60 mL/Kg/min). Por outro lado, quando as modalidades foram comparadas, os valores de $\dot{V}O_{2max}$ atingiram 14% a mais para os atletas de futebol (tabela 1), dados decorrentes das adaptações proporcionadas pelos diferentes níveis de solicitações metabólicas entre as modalidades.

Apesar de ambas as modalidades serem intermitentes, com as ações musculares determinantes supridas pela via anaeróbia (BANGSBO; MOHR. KRUSTRUP, 2006; ZIV; LIDOR, 2009), a potência do metabolismo aeróbio é uma variável que favorece uma melhor recuperação fisiológica entre as ações musculares de alta intensidade e a manutenção do desempenho desportivo durante toda a partida (STONE; KILDING, 2009). Portanto, os maiores valores de $\dot{V}O_{2max}$ para os atletas de futebol eram esperados, devido ao fato de que a distância percorrida durante uma partida ser maior para os jogadores de futebol (10000-12000 m) (Stølen et al., 2005), em comparação com os jogadores de basquetebol (4404-7558 m) (Erčulj et al., 2005; Ben Abdelkrim et al., 2010).

A maior exigência do metabolismo aeróbio para a modalidade de futebol também foi confirmado pelos dados de LV1 (tabela 1), em que se observa valor superior na vLV1, com o valor de consumo de oxigênio do LV1 representado 71% e 72% do $\dot{V}O_{2max}$, para os atletas de

futebol e basquetebol respectivamente. O LV1, descrito também como limiar aeróbio, representa a intensidade em que se aumenta a participação do metabolismo anaeróbio glicolítico durante o exercício, porém com predomínio ainda do metabolismo aeróbio (BINDER et al., 2008).

Além destas variáveis, a $\dot{V}O_{2max}$ é descrita como uma variável que integra $\dot{V}O_{2max}$ e a economia de corrida em um único fator, explicando em partes a diferença entre a performance de corrida dos atletas (BILLAT; KORALSZTEIN, 1996). Os dados de $\dot{V}O_{2max}$, foram maiores para os atletas de futebol e estiveram de acordo com os obtidos por da Silva et al., (2010). Em contrapartida, não encontramos dados na literatura em relação aos atletas de basquetebol.

Em relação ao Tlim, os atletas de futebol obtiveram menor tempo de permanência para a mesma intensidade relativa ($\dot{V}O_{2max}$) em comparação com os atletas de basquetebol; por outro lado, não foi observada diferença significativa para a variável Dmax. Os dados apresentados podem ser explicados devido ao fato de os atletas de futebol realizarem o teste com maior $\dot{V}O_{2max}$, fato este que permitiu a eles percorrerem a mesma distância, porém, em menor tempo (Figura 4). Nesse sentido, Billat et al., (1994) reportaram uma correlação inversa entre as variáveis $\dot{V}O_{2max}$ e $\dot{V}O_{2max}$ com o Tlim em corredores de elite (meia maratona). Em adição, análise bioenergética de corredores recreacionais de longa distância demonstrou que a produção de energia aeróbia representa aproximadamente 83% do gasto energético total durante Tlim na $\dot{V}O_{2max}$ (BERTUZZI et al., 2012). Portanto, apesar da predominância metabólica durante o teste de exaustão na $\dot{V}O_{2max}$, o metabolismo aeróbio parece não ser fator determinante para o melhor desempenho no teste para os atletas de futebol.

Da mesma forma, observamos que as variáveis $\dot{V}O_{2max}$, $\dot{V}O_{2max}$ e vLV1 foram inversamente correlacionadas com Tlim para os atletas de futebol (Tabela 2). Estes dados indicam que os atletas que obtiveram melhores resultados no TCPmax não atingiram melhor desempenho no teste de carga constante na $\dot{V}O_{2max}$. Por outro lado, a concentração pico de lactato sanguíneo foi positivamente associada com a variável Tlim; com isso demonstrando que os atletas de futebol que obtiveram maior magnitude de ativação do metabolismo anaeróbio láctico foram os que obtiveram um melhor desempenho no teste de carga constante

na $v\dot{V}O_{2max}$. Nesse sentido, Renoux et al., (1999) demonstraram que o Tlim foi positivamente correlacionado com a determinação do Máximo Déficit Acumulado de Oxigênio (MAOD) em corredores; metodologia considerada padrão ouro para a determinação da capacidade anaeróbia.

Em contrapartida, apesar dos atletas de basquetebol obterem maior tempo de exaustão durante o teste de carga constante na $v\dot{V}O_{2max}$, o valor pico e a cinética de remoção do lactato sanguíneo não diferiu significativamente quando comparado com os atletas de futebol (figura 2). Além disso, estudos reportaram que o treinamento de força máxima foi eficaz para melhorar o Tlim de exaustão na $v\dot{V}O_{2max}$ em corredores (STØREN et al., 2008) e ciclistas (SUNDE et al., 2010). Assim, estes dados sugerem maior tolerância a esforços com alta demanda glicolítica para os atletas de basquetebol, possivelmente pela característica da modalidade, visto que a capacidade de remoção do lactato do sangue não diferiu entre modalidades.

Todas as análises de correlação não foram significativamente associadas com Tlim e Dmax para os atletas de basquetebol. Em concordância com estes resultados, outros estudos também não encontram correlações significativas entre as variáveis $\dot{V}O_{2max}$ e $v\dot{V}O_{2max}$ com Tlim (BILLAT et al., 1999a; BILLAT et al., 1994b; BLONDEL et al., 2001). Na literatura tem sido reportado que a variável Tlim possui boa reprodutibilidade, porém exibindo alto coeficiente de variação (BILLAT et al., 1994a). Portanto, a diferença entre os estudos pode ser explicada devido a grande variabilidade entre indivíduos na determinação do Tlim.

Em conclusão, os atletas de futebol apresentaram maiores valores nos parâmetros associados ao metabolismo aeróbio ($\dot{V}O_{2max}$, $v\dot{V}O_{2max}$, LV e vLV); no entanto, a determinação do Tlim no teste de carga constante na $v\dot{V}O_{2max}$ foi superior para os atletas de basquetebol, sem diferença significativa para a variável Dmax. Portanto, tais diferenças ocorrem devido às características fisiológicas pertinentes de cada modalidade. Em adição, o Tlim foi moderadamente correlacionado com $\dot{V}O_{2max}$, $v\dot{V}O_{2max}$, vLV1 e lactato pico, apenas para os atletas de futebol.

6.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSETT, D. R. Jr.; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 32, n. 1, p. 70-84, 2000.

BANGSBO, J., MOHR, M., KRUSTRUP, P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 24, n. 7, p. 665-74. 2006.

BERTUZZI, R., BUENO, S., PASQUA, L. A., ACQUESTA, F. M., BATISTA, M. B., ROSCHEL, H., KISS, M. A., SERRÃO, J. C., TRICOLI, V., UGRINOWITSCH, C. Bioenergetics and neuromuscular determinants of the time to exhaustion at velocity corresponding to VO₂max in recreational long-distance runners. **Journal Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 26, n. 8, p. 2096-102, 2012.

BILLAT, V., RENOUX, J. C., PINOTEAU, J., PETIT, B., KORALSZTEIN, J. P. Times to exhaustion at 100% of velocity at VO₂max and modelling of the time-limit/velocity relationship in elite long-distance runners. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 69, n. 3, p. 271-3. 1994.

BILLAT, V., RENOUX, J. C., PINOTEAU, J., PETIT, B., KORALSZTEIN, J. P. Reproducibility of running time to exhaustion at VO₂max in subelite runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 26, n. 2, p. 254-7. 1994a.

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. **Archives Internationales de Physiologie de Biochimie et de Biophysique**, Liege, v. 102, n. 3, p. 215-9, 1994b.

BILLAT, V., KORALSZTEIN, J. P. Significance of the velocity at VO₂max and time to exhaustion at this velocity. **Sports Medicine**, Auckland, v. 22, n. 2, p. 90-108, 1996.

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

BINDER, R. K., WONISCH, M., CORRA, U., COHEN-SOLAL, A., VANHEES, L., SANER, H., SCHMID, J. P.. Methodological approach to the first and second lactate threshold in incremental cardiopulmonary exercise testing. **European Journal Cardiovascular Prevention Rehabilitation**, London, v. 15, n. 6, p. 726-34, 2008.

BLONDEL, D., BERTHOIN, S, BILLAT, V., LENSEL, G. Relationship between run times to exhaustion at 90, 100, 120, and 140% of vVO₂max and velocity expressed relatively to critical velocity and maximal velocity. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 22, n. 1, p. 27-33, 2001

CAPUTO, F., DENADAI, B, S. Resposta do VO₂ e tempo de exatão durante a corrida realizada na velocidade ao VO₂max: Aplicações para o treinamento aeróbio de alta intensidade. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 19-31, 2004.

DA SILVA, J. F., GUGLIELMO, L. G., BISHOP, D. Relationship between different measures of aerobic fitness and repeated-sprint ability in elite soccer players. **Journal Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 24, n. 8, p. 2115-21, 2010.

DA SILVA, J. F., DITTRICH, N., GUGLIELMO, L. G. A. Aerobic evaluation in soccer. **Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance**, Santa Catarina, v. 13, n. 5, p. 384-391, 2011.

DEMARIE, S., KORALSZTEIN, J. P., BILLAT, V. The limit and time at VO₂max' during a continuous and an intermittent run. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 40, n. 2, p. 96-102, 2000.

DENADAI, B, S., ORTIZ, M, J., MELLO, M. T. Índices fisiológicos associados com a “performance” aeróbia em corredores de “endurance”: efeitos da duração da prova. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 10, n. 5, p. 401-4, 2004.

FAINA, M., BILLAT, V., SQUADRONE, R., DE ANGELIS, M., KORALSZTEIN, J. P., DAL MONTE, A. Anaerobic contribution to the time to exhaustion at the minimal exercise intensity at which maximal oxygen uptake occurs in elite cyclists, kayaker and swimmers. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 76, n. 1, p. 13-20, 1997.

FERRAZZA, A. M., MARTOLINI, D., VALLI, G., PALANGE, P. Cardiopulmonary exercise testing in the functional and prognostic evaluation of patients with pulmonary diseases. **Respiration**, Basel, v. 77, n. 1, p. 3-17, 2009.

LEVINE, B. D. VO₂max: what do we know, and what do we still need to know? **Journal of Physiology**, London, v. 586, n. 1, p. 25-34, 2008.

MAYERS, J. N. The physiology behind exercise testing. **Primary Care: Clinics in Office Practice**, v. 28, n. 1, p. 5-28, 2001.

MIDGLEY, A. W., MCNAUGHTON, L. R., WILKINSON, M. Is there an optimal training intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners?: empirical research findings, current opinions, physiological rationale and practical recommendations. **Sports Medicine**, Auckland, v. 36, n. 2, p. 117-32, 2006.

RENOUX, J. C., PETIT, B., BILLAT, V., KORALSZTEIN, J. P. Oxygen deficit is related to the exercise time to exhaustion at maximal aerobic speed in middle distance runners. **Archives of Physiology and Biochemistry**, Lisse, v. 107, n. 4, p. 280-5, 1999.

STØLEN, T., CHAMARI, K., CASTAGNA, C., WISLØFF, U. Physiology of soccer: an update. **Sports Medicine**, Auckland, v. 35, n. 6, p. 501-36, 2005.

STØREN, O., HELGERUD, J., STØA E. M., HOFF, J. Maximal strength training improves running economy in distance runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 40, n. 6, p. 1087-92, 2008.

STONE, N. M., KILDING, A. E. Aerobic conditioning for team sport athletes. **Sports Medicine**, Auckland, v. 39, n. 8, p. 615-42, 2009.

SUNDE, A., STØREN, O., BJERKAAS, M., LARSEN, M. H., HOFF, J., HELGERUD, J. Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 24, n. 8, p. 2157-65, 2010.

ZIV, G. LIDOR, R. Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. **Sports Medicine**, Auckland, v. 39, n. 7, p. 547-68, 2009.

7 ANEXOS

ANEXO 1 – Certificado de Aprovação Comitê de Ética em Pesquisa – UNIMEP

Certificado

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "*A influência do Poliformismo 1470t>.a do gene SLC16a1 sobre a capacidade de corrida até a exaustão voluntária máxima e remoção do lactato plasmático em homens atletas de basquetebol*", sob o protocolo nº 86/12, da pesquisadora *Profa. Rozangela Verlengia* esta de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/1996, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa - UNIMEP.

We certify that the research project with title "*THE INFLUENCE OF SLC16A1 147T>A GENE POLYMORPHISM ON THE CAPACITY OF RUNNING UNTIL THE MAXIMUM VOLUNTARY EXHAUST AND PLASMA LACTATE REMOVAL IN MALE BASKETBALL ATHLETES*", protocol nº 86/12, by Researcher *Profa. Rozangela Verlengia* is in agreement with the Resolution 196/96 from Conselho Nacional de Saúde/MS and was approved by the Ethical Committee in Research at the Methodist University of Piracicaba - UNIMEP.



Prof. Rodrigo Batagello
Coordenador CEP - UNIMEP

Piracicaba, 11 de setembro de 2012

ATIVIDADES COMPLEMENTARES REALIZADAS DURANTE O MESTRADO (2011-2013)

Artigos Publicados:

CRISP, A. H.; VERLENGIA, R.; SINDORF, M. A. G.; GERMANO, M. D.; CESAR, M. C.; LOPES, C. R. Time to Exhaustion at VO₂ Max Velocity in Basketball and Soccer Athletes. *Journal of Exercise Physiology Online*, v. 16, p. 82-91, 2013.

LOPES, C. R.; CRISP, A. H.; RODRIGUES, A. L.; TEIXEIRA, A. G.; MOTA, G. R.; VERLENGIA, R. Fast contraction velocity in resistance exercise induces greater total volume load lifted and muscle strength loss in resistance-trained men. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, v. 5, p. 123-126, 2012.

LOPES, C. R.; HOHL, R.; CRISP, A. H.; TESSUTTI, L. S.; BULGARELLI, P. L.; MOTA, G. R.; BALBINO, H. F.; MACEDO, D. V. O efeito do período competitivo e novo ciclo de periodização nas capacidades físicas de jogadores de futebol. *Revista Brasileira de Futsal e Futebol*, v. 3, p. 236-241, 2011.

Artigos Aceitos:

NASCIMENTO, T. A.; VERLENGIA, R.; CRISP, A. H.; CESAR, M. C.; FERRARI, H. G.; SINDORF, M. A. G.; PELLEGRINOTTI, I. L. Evaluation of physical capacity in athletic female volleyball players using the TW20meters test. *Gazzetta Medica Italiana. Archivio per le Scienze Mediche (Testo stampato)*, 2013.