

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA - UNIMEP  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE - FACIS  
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**Bruno Henrique Ferreira Camargo**

**DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS AERÓBIOS E ANAERÓBIOS NO  
BASQUETEBOL FEMININO UTILIZANDO PROCEDIMENTOS INVASIVOS E  
NÃO INVASIVOS**

PIRACICABA-SP

2012

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA - UNIMEP**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE - FACIS**  
**CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS AERÓBIOS E ANAERÓBIOS NO  
BASQUETEBOL FEMININO UTILIZANDO PROCEDIMENTOS INVASIVOS E  
NÃO INVASIVOS**

Bruno Henrique Ferreira Camargo

**Orientadora:** Profa. Dra. Fúlvia de Barros Manchado Gobatto

Dissertação de Mestrado apresentada  
ao Programa de Pós Graduação em  
Educação Física – Universidade  
Metodista de Piracicaba - como parte  
dos requisitos necessários para a  
obtenção do título de Mestre.

PIRACICABA  
Fevereiro - 2012

**BRUNO HENRIQUE FERREIRA CAMARGO**

**DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS AERÓBIOS E ANAERÓBIOS NO  
BASQUETEBOL FEMININO UTILIZANDO PROCEDIMENTOS INVASIVOS E  
NÃO INVASIVOS**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Profa. Dra. Fúlvia B Manchado Gobatto  
Universidade Metodista de Piracicaba-SP**

---

**Profa. Dra. Rozangela Verlengia  
Universidade Metodista de Piracicaba-SP**

---

**Prof. Dr. Gustavo Gomes de Araújo  
Universidade Federal de Alagoas-AL**

**Piracicaba, 24 de fevereiro de 2012**

## AGRADECIMENTOS

A minha família pelo incentivo e todo suporte necessário para o alcance de mais uma conquista e realização. Deus por colocar em meu caminho pessoas iluminadas e evoluídas, além de profissionais altamente competentes para que ao longo desse processo difícil, porém gratificante, pudessem contribuir efetivamente para a conclusão de mais uma etapa dentre várias que a vida nos impõe.

Em destaque minha mãe **Lúcia Helena Ferreira Camargo** por tudo, sem ela, nada sou, as irmãs **Yvi e Thallita**, meus lindos sobrinhos, **João, Luiza e Maria Clara**, **Vó Maria**, a namorada **Erica**, pela paciência, dedicação, respeito e compreensão ao longo do tempo que estamos juntos.

Agradeço à orientadora **Prof<sup>a</sup>. Dra. Fúlvia de Barros Machado Gobatto**, pela competência e maestria com suas orientações e ensinamentos, fundamental na minha formação profissional desde os tempos de graduação, ao **Prof. Dr. Cláudio Alexandre Gobatto**, pela oportunidade de iniciar e desenvolver pesquisas na disciplina fisiologia do exercício, também ao **Prof. Dr. Gustavo Gomes de Araújo** e a **Prof<sup>a</sup>. Dra. Rozangela Verlengia**, pelo companheirismo, incentivo profissional, além de gentilmente aceitar fazer parte da banca examinadora do trabalho.

Aos amigos do nosso grupo de pesquisa; **Prof. Leonardo Dalcheco** e **Prof<sup>a</sup>. Ms. Nathália Arnosti**, pelo auxílio nas coletas de dados, aos companheiros de mestrado, dentre eles, **Prof. Heleno da Silva Junior**, aos Docentes do programa de pós graduação da UNIMEP, aprendi muito.

Agradeço á todos os profissionais da prática esportiva; diretores, técnicos, roupeiros, fisioterapeutas, médicos, preparadores físicos, onde tive o prazer e o privilégio de aprender, além de proporcionar- me a oportunidade para que eu pudesse desenvolver o meu trabalho e colocar em prática todo o conhecimento adquirido ao longo dos anos, da mesma forma os atletas pelo comprometimento, confiança, respeito, com que executaram os ensinamentos e trabalhos impostos durante o doloroso processo de treinamento, motivaram-

me e continuam motivando constantemente buscar novos conhecimentos, sem eles nada acontece.

Em especial ao meu eterno e saudoso pai, **Maurílio Antonio Ferreira Camargo**, que não está mais presente fisicamente para compartilhar esse momento tão especial na minha vida, mas junto espiritualmente, minha fortaleza, me encheu de forças na tentativa de superação de um vazio que permanece e permanecerá pela sua ausência e assim continuar em frente, sem fraquejar e desistir, com todos seus ensinamentos e valores dignos, me ensinou a ter coragem para enfrentar, lutar e superar todas as adversidades e momentos difíceis que vivemos durante nossa passagem aqui na Terra, um exemplo de determinação, mesmo em situações irreversíveis lutou o tempo todo e não desistiu, foi até onde sua saúde e forças permitiram e deixou sua linda história e exemplo de vida, dedico e digo com toda força: **“Essa é pra você.”**

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Determinação do LAn em protocolo progressivo, com utilização da inspeção visual da curva lactacidêmica e bissegmentação das retas de regressão, permitindo a determinação da intensidade na qual há perda de linearidade da elevação lactacidêmica. 22
- Figura 2.** Gráfico ilustrativo da cinética lactacidêmica durante exercício progressivo em protocolo de lactato mínimo, efetuado 8 minutos após indução da hiperlactacidemia. 27
- Figura 3.** Exemplo de determinação dos parâmetros aeróbio ( $V_{crit}$ ) e anaeróbio (CRA) por método não invasivo, baseado no ajuste linear distância vs tempo'. 31
- Figura 4.** Representação esquemática seqüencial da aplicação dos protocolos utilizados durante o experimento. 35
- Figura 5.** Representação esquemática das corridas em 'vai-vem' com distância de 20 metros, que serão utilizadas para posterior determinação de  $V_{crit}$  e CCA. 37
- Figura 6.** Representação esquemática da primeira fase do protocolo de lactato mínimo, composto pelo Rast adaptado ao basquete (6 corridas máximas em formato vai-vem, na distância 17,5m, totalizado 35 metros para cada corrida). 38

## LISTA DE FIGURAS (ARTIGO)

- Figura 1.** Exemplo do modelo não invasivo de velocidade crítica, efetuado por ajuste linear 'velocidade vs 1/tempo limite', para a determinação de velocidade crítica ( $V_{crit}$ ) e capacidade de corrida anaeróbia (CCA) para uma participante da amostra. 53
- Figura 2a.** Exemplo de ajuste polinomial 'lactato vs intensidade de exercício', no qual a derivada zero do ajuste equivale à concentração de lactato mínimo (LM1, em mM) e a intensidade correspondente à esse ponto, à velocidade de lactato mínimo ( $v_{LM1}$ , em km/h), para uma participante da amostra. 56
- .
- Figura 2b.** Exemplo do ajuste polinomial 'lactato vs tempo', para uma das participantes, considerando, além das concentrações lactacidêmicas após as intensidades de exercício progressivo, o valor de lactato pico obtido com a indução à hiperlactacidemia. Desse modo, foi determinada a concentração mínima de lactato no tempo (LM2, em mM) e, após regressão linear 'intensidade vs tempo', foi identificada a intensidade de exercício correspondente ao tempo que o LM ocorreu ( $v_{LM2}$ , em km/h). 56

**LISTA DE TABELAS (ARTIGO)**

- Tabela 1.** Valores médios  $\pm$  epm obtidos por protocolo não invasivo e invasivo. Os parâmetros estimados por teste não invasivo foram a velocidade crítica ( $V_{crit}$ ), a capacidade de corrida anaeróbia (CCA) e o ajuste linear para o modelo de  $V_{crit}$  ( $R^2$ ). Por procedimento invasivo, foram utilizados dois ajustes polinomiais de segunda ordem: 'lactato vs intensidade' e 'lactato vs tempo', a partir dos quais foram determinados, respectivamente, as velocidades correspondentes ao lactato mínimo 1 e 2 ( $v_{LM1}$  e  $v_{LM2}$ ), concentrações mínimas de lactato (LM1 e LM2) e ajustes polinomial ( $R^2$ ). 59
- Tabela 2.** Valores médios  $\pm$  epm de tempos limites em segundos respectivos as velocidades (km/h) aplicados no protocolo velocidade crítica 59
- Tabela 3.** Valores médios  $\pm$  epm obtidos pelo RAST e expressos em valores absolutos (W) e relativos ao peso corporal (W/kg). O protocolo não invasivo determinou as potências anaeróbias máxima ( $P_{max}$ ), média ( $P_{med}$ ), mínima ( $P_{min}$ ) e índice de fadiga (IF). 60
- Tabela 4.** Correlação entre as variáveis lactacidêmicas (lactato pico – Lac pico- e concentração mínima de lactato por dois ajustes diferentes – LM1 e LM2) e potência anaeróbia mínima ( $P_{min}$ ), média ( $P_{med}$ ) e máxima ( $P_{max}$ ). 61

**ABREVIATURAS**

<b>%</b>	Percentual
<b>[Lac]</b>	Concentração de lactato sanguíneo
<b>iLM</b>	Intensidade de lactato mínimo
<b>µL</b>	Microlitro
<b>CCA</b>	Capacidade de Corrida Anaeróbia
<b>cm</b>	Centímetro
<b>EPM</b>	Erro Padrão da Média
<b>IF</b>	Índice de Fadiga
<b>Kg</b>	Quilograma
<b>Km/h</b>	Quilômetros por hora
<b>LAn</b>	Limiar Anaeróbio
<b>LM</b>	Lactato Mínimo
<b>M</b>	Metros
<b>mL</b>	Mililitro
<b>Mm</b>	Milimolar
<b>Pmáx</b>	Potência Máxima
<b>Pméd</b>	Potência Média
<b>Pmin</b>	Potência Mínima
<b>R<sup>2</sup></b>	Coeficiente do Ajuste Linear
<b>Vcrit</b>	Velocidade Crítica

## Resumo

O objetivo do estudo foi avaliar parâmetros aeróbios e anaeróbios em jogadoras de basquetebol, utilizando métodos não invasivo (Rast adaptado ao basquetebol, modelo velocidade crítica) e invasivo (lactato mínimo). Para isso, doze jogadoras de basquetebol treinadas ( $19 \pm 1$  anos) foram submetidas a 5 dias de teste. Inicialmente foram realizadas quatro intensidades (10-14 Km/h) em corridas “vai e vem” (distância 20 m) até exaustão (entre 1 e 10 min). O modelo linear ‘velocidade vs 1/tempo limite’ foi utilizado para determinar a capacidade aeróbia (velocidade crítica -  $V_{crit}$ ) e anaeróbia capacidade de corrida anaeróbia (CCA). O protocolo invasivo adotado foi o lactato mínimo (LM), composto por duas fases: indução da hiperlactacidemia e fase progressiva, separadas por 8 minutos de recuperação passiva. O Rast adaptado à modalidade foi aplicado na primeira fase. O método consiste de seis corridas máximas em distância de 35 metros (2 x 17,5m) separadas por 10s, com as quais determinou-se as potências mínima ( $P_{min}$ ) média ( $P_{med}$ ), máxima ( $P_{máx}$ ) e índice de fadiga (IF). A fase progressiva foi composta de 5 estágios (3 min) em corridas “vai e vem” de 20m, nas intensidades 7, 8, 9, 10 e 12 Km/h. Foram coletadas amostras de sangue ao final de cada estágio. Os parâmetros do LM (intensidade e concentração) foram obtidos por dois diferentes ajustes polinomiais (‘lactato vs intensidade’(LM1) e ‘lactato vs tempo’(LM2)). A Anova one way, teste *t-Student* e correlação de Pearson foram utilizados na análise estatística. A  $V_{crit}$  foi obtida a  $10,3 \pm 0,2$  km/h e a CCA estimada em  $73,0 \pm 3,4$ m. O RAST induziu a hiperlactacidemia a  $5,9 \pm 0,2$ mM e determinou as potências  $P_{máx}$  ( $3,6 \pm 0,2$  W/Kg),  $P_{med}$  ( $2,8 \pm 0,1$  W/Kg) e  $P_{min}$  ( $2,3 \pm 0,1$ W/Kg) e IF ( $30 \pm 3\%$ ). A intensidade de LM ( $v_{LM1}$ ) foi 8,7% menor que a  $V_{crit}$  ( $9,47 \pm 0,13$  Km/h) e esses parâmetros não foram significativamente correlacionados ( $r=0,23$ ). Por outro lado, a  $v_{LM2}$ , foi igual à  $V_{crit}$ . As concentrações de lactato em LM1 e LM2 foram, respectivamente,  $3,1 \pm 0,3$ mM e  $3,2 \pm 0,3$ mM, com correlações significantes com o lactato pico ( $r=0,78$  e  $0,76$ ). O modelo específico não invasivo pode ser utilizado para determinar parâmetros aeróbios e anaeróbios em mulheres jogadoras de basquetebol. Entretanto como ocorre em outras modalidades esportivas, a  $V_{crit}$  superestimou a intensidade de LM determinada de modo tradicional.

**Palavras Chaves:** feminino, basquetebol, velocidade crítica, lactato mínimo

## **ABSTRACT**

The study aimed to evaluate the aerobic and anaerobic parameters of female basketball players using non-invasive (adapted RAST and critical velocity model) and invasive (lactate minimum) methods. Twelve well trained female basketball players ( $19\pm 1$  yrs) were submitted to five days of tests. First, the athletes accomplished four intensities (10 to 14km/h) running in “shuttle” (20-m) exercise until exhaustion (set to occur between 1 and 10 min). The velocity versus  $1/\text{time to exhaustion}$  linear fit was used to determine the aerobic (critical velocity – CV) and anaerobic running capacity (ARC). The invasive protocol adopted was the lactate minimum test (LM), composed by two phases: hyperlactatemia induction and incremental test, separated by 8min of passive recovery. The first phase used the “running anaerobic sprint test” (RAST) adapted to basketball. The method consisted of 6 maximum “shuttle” sprints of 35-m (2 x 17.5-m), separated by 10s recovery, determining the minimal (Pmin), medium (Pmed) and maximal (Pmax) power and fatigue index (FI). The incremental phase consisted of 5 stages (3 min) of shuttle running efforts (20-m) of 7, 8, 9, 10, 12 km/h. Blood samples were collected at the end of each stage. The LM parameters (intensity and blood lactate concentration) were analyzed using two different polynomial fits (‘lactate vs intensity’ (LM1) and ‘lactate vs time’(LM2)). One-Way Anova, paired t-Student test and Pearson product-moment correlation were used to statistical analysis. The CV was obtained at  $10.3\pm 0.2$  km/h and estimated ARC was  $73.0\pm 3.4$ m. The RAST promoted the lactate peak at  $5.9\pm 0.2$ mM and determined the Pmax ( $3.6\pm 0.2$  W/Kg), Pmed ( $2.8\pm 0.1$  W/Kg), Pmin ( $2.3\pm 0.1$ W/Kg) and FI ( $30\pm 3\%$ ). The LM1 velocity was 8.7% lower than CV ( $9.47\pm 0.13$  Km/h) these parameters were not significantly correlated ( $r=0.23$ ). For other hand, the vLM2 was similar to CV and. The LM1 and LM2 (blood lactate concentration) were, respectively,  $3.1\pm 0.3$ mM and  $3.2\pm 0.3$ mM, showing interesting and significant correlation with lactate peak ( $r=0.78$  and  $0.76$ ). The specific non-invasive method can be used for determine the aerobic and anaerobic parameters in female basketball players. However, as occurs in others sport modalities, CV upper estimate the LM intensity determined using traditional model.

**Keywords:** female, basketball, critical velocity, lactate minimum, *RAST*

**SUMÁRIO**

<b>1. Introdução.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. Objetivo.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2. Hipóteses.....</b>	<b>20</b>
<b>2. Revisão de Literatura .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1. Limiar Anaeróbio.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2. Avaliação de parâmetros aeróbios.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.1. Métodos de determinação do limiar anaeróbio.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.1.1. Teste de lactato mínimo.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.1.2. Modelo velocidade crítica.....</b>	<b>28</b>
<b>2.3. Métodos de determinação da potência anaeróbia.....</b>	<b>31</b>
<b>2.3.1. Running Anaerobic Sprint test (RAST).....</b>	<b>32</b>
<b>3. Materiais e métodos.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1. Participantes .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2. Local.....</b>	<b>34</b>
<b>3.3. Delineamento Experimental.....</b>	<b>34</b>
<b>3.3.1. Mensurações Antropométricas.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3.2. Modelo não invasivo para determinação da velocidade crítica e capacidade de corrida anaeróbia.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3.3. Protocolo lactato mínimo.....</b>	<b>37</b>
<b>3.3.3.1. Fase de indução: Rast para determinações Anaeróbias.....</b>	<b>38</b>
<b>3.3.3.2. Fase progressiva: Teste progressivo para determinação do lactato mínimo .....</b>	<b>39</b>
<b>3.4. Extração de sangue do lóbulo da orelha.....</b>	<b>40</b>
<b>3.5. Análise estatística .....</b>	<b>41</b>

<b>4. Resultados.....</b>	<b>43</b>
<b>Artigo: Determinação de parâmetros aeróbios e anaeróbios no basquetebol feminino utilizando procedimentos invasivos e não invasivos.....</b>	<b>44</b>
<b>5. Referências.....</b>	<b>67</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Com a evolução da ciência nos últimos anos, treinadores, pesquisadores e preparadores físicos buscam constantemente evidências científicas que possam auxiliar na prescrição e monitoramento do treinamento desportivo de forma segura e eficaz. Desse modo, o entendimento das características físicas e fisiológicas do desporto estudado é fundamental para a obtenção do sucesso esportivo.

O desempenho do atleta de basquetebol pode ser atribuído a uma série de fatores, dentre os quais destacam-se os elementos físico e técnico-táticos, sendo ambos associados, já que a qualidade do gesto motor está atrelada à intensidade e manutenção do esforço (LAMAS, 2006)

Devido às alterações nas regras do jogo, o basquetebol moderno tornou-se mais dinâmico e intenso, o que exige dos atletas uma condição física bem desenvolvida para a obtenção da performance significativa. O basquetebolista necessita deslocar-se em alta intensidade, por distâncias médias e curtas, com ou sem posse de bola. Embora o atleta possa ser substituído ilimitadamente ao longo do jogo, no basquetebol atual há a necessidade dos jogadores serem fortes, ágeis e velozes, além de resistentes, por conta da duração da partida e dinamismo com que são praticadas, desenvolvendo suas ações com eficiência e menor queda no rendimento possível ao longo do jogo. Sendo assim, profissionais responsáveis pela preparação dos atletas, devem conhecer as exigências físicas específicas do basquetebolista.

Apesar da expressividade da modalidade nos âmbitos nacional e internacional, as evidências científicas que norteiam o desporto basquetebol

são limitadas, tanto no que tange os aspectos metabólicos da modalidade, gerando dificuldades e controvérsias na quantificação das variáveis fisiológicas, quanto na detecção de predominâncias energéticas para esse esporte (McLNNES, 1995).

Inúmeros esportes coletivos possuem características de esforços físicos intermitentes, alternando períodos com diferentes intensidades (máximas, médias e mínimas) e transições de metabolismo energético por realização de movimentos acíclicos. Essa variabilidade da intensidade de movimento ocorre devido às ações inesperadas durante a partida, exigindo freqüentes transições entre metabolismos aeróbio-anaeróbio e período de recuperação (BANGSBO et al., 1991; GLAISTER, 2005) em constantes ações de alternância defesa - ataque, ou o contrário. Sendo assim, as distâncias percorridas nessas modalidades variam de, aproximadamente, 5.000 à 11.000m, dependendo da posição, nível físico do atleta, duração dos esforços e modalidade esportiva estudada (GLAISTER, 2005). Em esportes coletivos, em especial no basquetebol, há a necessidade de deslocamentos rápidos, curtos e intensos, efetuados ao longo de todo o jogo.

Segundo Hoffman et al. (2000), basquetebol é uma modalidade que depende, de modo mais pronunciado, de fatores atrelados à potência e resistência anaeróbia. Moreira e Oliveira (2002) observaram, em atletas do gênero masculino e adultos, valores lactacidêmicos médios próximos a 4,48 mM, mínimos de 2,9 mM e valores máximos próximos a 7,5 mM. Do mesmo modo, Kokubun e Daniel (1992) apresentaram valores médios de 2,68 mM para modalidade, reconhecendo uma predominância do metabolismo anaeróbio alático durante as partidas. Rodriguez et al. (2003), analisando o

comportamento da frequência cardíaca e concentração de lactato durante partidas internacionais, relataram grande contribuição do metabolismo anaeróbio láctico em jogos de basquetebol.

Abdelkrim et al. (2007), investigando a demanda fisiológica por meio de análises do movimento, frequência cardíaca e lactacidemia relataram que, ao longo do jogo e no final de cada quadro, a via anaeróbia láctica contribui fortemente com a produção energética de atletas para a manutenção do jogo.

Em contra partida, Laplaud e Menier (2004) afirmam que a resistência aeróbia é um fator significativo para o bom desempenho das ações do jogo, relatando que um programa de treinamento para basquetebolistas deve promover estímulos capazes de elevar a resistência aeróbia. A atuação do metabolismo aeróbio ao longo do jogo pode propiciar maior remoção lactacidêmica em momentos ativos no jogo, bem como entre os quadros, resultando em melhores respostas atléticas nas tarefas decisivas, como arremessos e passes nos momentos decisivos. Recentemente, Abdelkrim et al. (2010), descreveram que os atletas durante o jogo, atingiram valores médios de lactato pico aproximadamente a 6,22 mM e uma queda no rendimento do final das partidas, sugerindo a importância do metabolismo aeróbio. Rodriguez et al. (2003) sugere a importância de aplicação de métodos de treinamento que enfatize a tolerância do lactato.

Como é possível observar em estudos anteriormente citados, o lactato sanguíneo vem sendo uma das variáveis fisiológicas mais estudadas no esporte. Do mesmo modo, métodos de avaliações aeróbias e anaeróbias, com características diretas e indiretas, vêm sendo adaptados às especificidades de modalidades esportivas para a quantificação da intensidade de esforço e, como

conseqüência, melhor prescrição do treinamento em esportes individuais e coletivos. Segundo Araújo (2005), o número e qualidade de estudos que identificam a importante intensidade do limiar anaeróbio (LAn) para atletas de esportes individuais e coletivos, vêm permitindo uma melhor compreensão da intensidade de esforço e controle do treinamento.

Dentre os métodos capazes de avaliar as condições aeróbia e anaeróbia de atletas, destacam-se o modelo não invasivo de velocidade crítica, inicialmente proposto para determinação da potência crítica em pequenos grupos musculares (MONOD e SCHERRER, 1965) além de que sua aplicação não necessita de equipamentos tecnológicos, e o protocolo invasivo do lactato mínimo, dependente da fase de indução à hiperlactacidemia e execução de um teste com intensidades progressivas (TEGTBUR et al., 1993), em uma única avaliação é possível determinar parâmetros aeróbios e anaeróbios. Cada qual com suas características, ambos, são interessantes para a avaliação fisiológica de atletas, no sentido de fornecerem relevantes informações sobre a detecção da intensidade de esforço.

Para determinação de parâmetros anaeróbios, um método muito utilizado por ser adaptado à corrida é o RAST TEST, desenvolvido na Universidade de Wolverhampton, no Reino Unido, foi denominado *Running Anaerobic Sprint Test* (ZACHAROGIANNIS et al., 2004)

Embora tenha melhorado, os métodos que permitem avaliar parâmetros aeróbios e anaeróbios especificamente no basquetebol ainda são poucos, podemos destacar na literatura com essa abordagem, a adaptação do lactato mínimo para avaliações de basquetebolistas masculinos das categorias juvenil e adulto de alto rendimento (ARAÚJO et al., 2008), com a utilização do

*Running Anaerobic Sprint Test* (RAST- protocolo para determinação de potências anaeróbias) não específico ao basquetebol, como indutor à hiperlactacidemia necessária para o teste de lactato mínimo. Se lacunas com relação a métodos de avaliação física-fisiológica são visualizadas no basquetebol masculino, esse fato é ainda mais evidenciado no basquete feminino, com o qual não foram localizados nenhum estudo dessa natureza na literatura.

Os protocolos de velocidade crítica e lactato mínimo, potencialmente interessantes para quantificação de intensidades de exercício e prescrição de treinamento em basquetebol, ainda não foram adaptados e aplicados a atletas do gênero feminino dessa modalidade.

A idéia de adaptar metodologias de avaliação fisiológica à especificidades atléticas, estudando propostas capazes de estimar melhores intensidades de exercício para o treinamento, mais exeqüíveis ao esporte de alto rendimento e com menor custo financeiro, é a motivação do presente estudo.

### **1.1. Objetivos**

O objetivo geral do presente estudo foi adaptar avaliações invasiva e não invasiva para determinação de parâmetros aeróbios e anaeróbios, delineadas de acordo com as necessidades específicas do basquetebol feminino.

Especificamente pretendeu-se:

- Utilizar o protocolo de velocidade crítica para quantificar, de modo não invasivo, as capacidades aeróbia e anaeróbia de basquetebolistas femininas;
- Adaptar o protocolo do lactato mínimo para o diagnóstico das condições aeróbia e anaeróbia de atletas do basquetebol feminino, tendo o RAST adaptado à modalidade como indutor à hiperlactacidemia;
- Analisar os resultados obtidos pelo protocolo de lactato mínimo utilizando dois modelos matemáticos distintos.

## **1.2. Hipóteses**

Como hipóteses elencadas para o presente estudo, acredita-se, ser possível a adaptação de modelos de avaliações aeróbias e anaeróbias para a especificidade do basquetebol feminino, utilizando para isso, concentrações lactacidêmicas e protocolo não invasivo. Além disso, acreditamos existir similaridade e elevada correlação entre as condições aeróbia e anaeróbia mensuradas pelos protocolos invasivo e não invasivo que serão utilizados na presente investigação.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Limiar Anaeróbio (LAn)

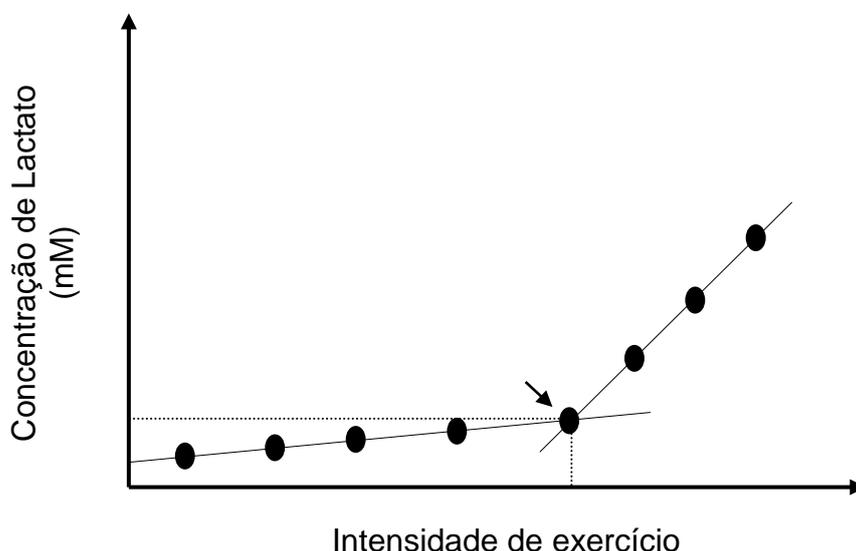
O termo limiar anaeróbio foi inicialmente sugerido por Wasserman e McIlroy (1964). Esses autores descrevem o fenômeno como sendo equivalente à máxima intensidade de exercício na qual a demanda energética é suprida pelo volume de O<sub>2</sub>, oxidando os substratos energéticos de maneira aeróbia. Em intensidades superiores ao LAn, o esforço físico é suprido predominantemente por fontes energéticas anaeróbias, sendo creditada a hipótese de que o aumento pronunciado de CO<sub>2</sub> estaria relacionado à zona à transferência da predominância aeróbia para anaeróbia para a demanda exigida pelo esforço.

A principal fonte energética durante o início de um exercício progressivo é proveniente de fontes aeróbias, e proporcionalmente ao acréscimo dessa intensidade, os níveis na concentração do lactato aumentam devido ao recrutamento muscular seqüencial das fibras tipo I, IIa e IIb passando a ser utilizadas, com maior intensidade, fontes energéticas anaeróbias (BALL-BURNETT et al., 1991).

O termo limiar anaeróbio vem sendo o objetivo de estudos por muitos anos por cientistas da fisiologia do exercício, por ser uma variável fisiológica fidedigna na indicação da transição metabólica perante o esforço físico. O limiar anaeróbio é considerado como a máxima intensidade de esforço na qual há o equilíbrio entre a produção e remoção do lactato, estando essa variável ainda em estado estável (steady state) (MADER e HECK, 1986). Em intensidades superiores ao LAn, a produção de lactato supera sua remoção e há a necessidade de

elevada implementação na utilização de reservas anaeróbias para que a energia ao exercício seja disponibilizada.

O aumento exponencial na produção de lactato em exercício com intensidades progressivas pode ser resultado de uma maior liberação deste metabólito pela musculatura ou sua menor remoção devido a diminuição do fluxo sanguíneo para sítios de remoção, oxigenação muscular baixa, glicólise acelerada além de outros fatores (BROOKS, 1985). Desse modo, uma das formas de determinar o limiar anaeróbio, seria por intermédio de um teste com intensidades progressivas e dosagens de lactato sanguíneo após a execução de cada estágio. Por inspeção visual e bissegmentação da reta de regressão, é possível identificar a intensidade de exercício na qual há a perda de linearidade entre a produção e remoção do lactato sanguíneo (MANCHADO-GOBATTO et al., 2010), exemplificada na figura 1.



**Figura 1.** Determinação do LAN em protocolo progressivo, com utilização da inspeção visual da curva lactacidêmica e bissegmentação das retas de regressão, permitindo a determinação da intensidade na qual há perda de linearidade da elevação lactacidêmica.

## **2.2. Avaliações de parâmetros aeróbios**

A literatura aponta métodos específicos para a determinação da condição aeróbia de sportistas, tanto relacionadas à obtenção de parâmetros referentes à capacidade (limiar anaeróbio), como à potência (consumo máximo de oxigênio). Para fortalecer a compreensão de nosso estudo, a presente revisão abordará métodos de determinação da capacidade aeróbia.

### **2.2.1 Métodos de determinação do LAn**

Atualmente, a fisiologia do exercício vem elucidando e desenvolvendo técnicas e métodos para tal avaliação, os quais variam, desde simples metodologias, até complexos métodos diretos para determinação da aptidão aeróbia (MANCHADO, 2006). O lactato sanguíneo tem sido uma ferramenta valiosa para identificar intensidade de esforço em diferentes modalidades esportivas.

Para que seja possível a mensuração do lactato, há a necessidade de procedimento invasivo, a qual, assim como já comentado, permite a determinação do LAn. Kindermann et al. (1979) verificaram o limiar anaeróbio em concentração equivalente à 2 a 4 mM. Posteriormente, Sjodin e Jacobs (1981) determinaram o “onset of blood lactate accumulation” (OBLA), sugerindo a possibilidade de determinação do LAn por concentração fixa de lactato. Heck et al. (1985) confirmaram a ideia de que independentemente do nível de aptidão física do indivíduo, a máxima fase estável de lactato (MFEL) parece ocorrer em concentrações de lactato próximas à 4mM. Atualmente, acredita-se que essa concentração é dependente do tipo de exercício, amostra ou

ergômetro que é utilizado para tal determinação (BENEKE et al., 2003; MANCHADO-GOBATTO et al., 2006).

Stegmann et al. (1982) constataram que, na maioria dos casos, as velocidades de LAn não correspondiam a uma concentração fixa de lactato sanguíneo (4mM) e sim com valores variando entre 1,5 e 7 mM, propondo assim o LAn individual (IAT). Smith et al. (1998), analisando o comportamento do lactato durante exercício progressivo em cicloergômetro, verificaram diferentes valores de LAn em protocolos com as mesmas intensidades, mas com durações diferentes (1min e 4 min), tendo como base um valor fixo de 2 mM. Além das controvérsias e limitações metodológicas citadas anteriormente quanto ao ponto em que ocorre o fenômeno fisiológico denominado LAn e até sua real existência, é necessário também cuidados quanto a escolha dos modelos matemáticos utilizados para determinação da intensidade do treinamento (Bi-segmentada, Bi-exponencial ou visual). Recentemente, analisando dados de teste progressivo em exercício resistido, de Sousa et al. (2011) analisaram também os dados lactacidêmicos por método log-log, além da utilização de inspeção visual e método algoritmo.

Outro protocolo utilizado e aceito para determinar o LAn, é o método do lactato mínimo, proposto por Tegtbur (1983), o qual considera o menor valor de lactato em exercício progressivo, efetuado após um esforço indutor de hiperlactacidemia.

Com característica não invasiva, é possível destacar o método proposto por Monod e Scherrer (1965), embasado na resposta hiperbólica entre intensidades de exercício e tempo de exaustão para dada tarefa. Esse protocolo vem sendo muito investigado nas últimas décadas e adaptado à

especificidades esportivas, como será comentado em outros subitens da presente revisão.

Sustentando os métodos citados anteriormente que identificam a transição de metabolismo para o fornecimento de energia, a máxima fase estável de lactato (MFEL) é considerada padrão ouro para a detecção do LAn (BENEKE, 2003; BILLAT et al., 2003). Por esse motivo, a validação de métodos mais simples, menos custosos e com característica invasiva, se faz por intermédio da comparação e correlação de resultados com a MFEL.

Na tentativa de propostas envolvendo outras variáveis fisiológicas para avaliação do LAn, que não o lactato sanguíneo, alguns pesquisadores têm investigado a cinética da glicemia em exercícios progressivos, encontrado relações significativas como indicador de performance e sugerindo o menor valor glicêmico como Limiar Anaeróbio (NORTHUIS et al., 1995; SIMÕES et al., 1998). Entretanto, a resposta glicêmica como possibilidade de identificação do limiar anaeróbio durante exercício de carga progressiva necessita de mais estudos.

Demais respostas metabólicas, que não a lactacidemia e glicemia, parecem sinalizar algo sobre a intensidade de exercício. Segundo Chmura et al. (1994), respostas hormonais como do cortisol, podem ser utilizadas para determinar o limiar anaeróbio durante exercício progressivo. Port (1991) observaram que, durante teste de esforço progressivo, ocorre aumento abrupto tanto no lactato, quanto nas concentrações de cortisol no soro e saliva, quando a intensidade de limiar anaeróbio é transposta.

Outro parâmetro utilizado para a determinação de intensidades de esforço físico é frequência cardíaca. Estudos relatam sua relação com a

velocidade de corrida correspondente ao limiar anaeróbio (CONCONI et al., 1982). Porém, ainda é bastante discutida a sua aplicação para a saúde e esporte, por ser essa uma variável muito susceptível a fatores extrínsecos ao exercício.

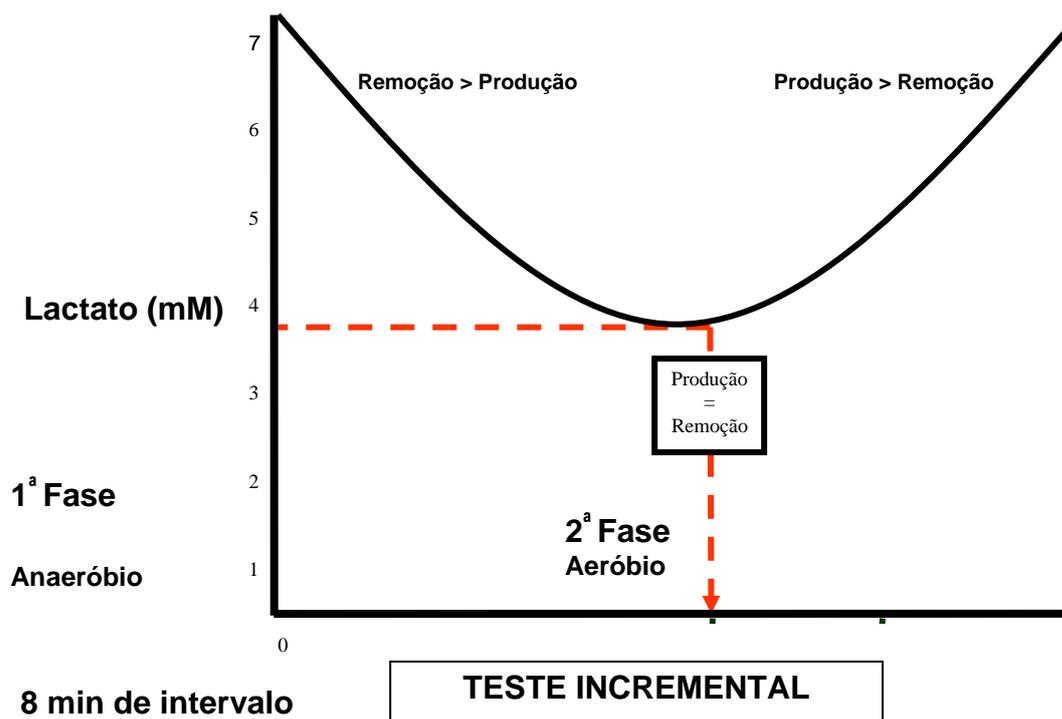
Dentre os protocolos indicados para a determinação da capacidade aeróbia e ainda com indicações sobre a característica anaeróbia de atletas, é possível destacar os protocolos de lactato mínimo e de potência crítica ou velocidade crítica, cada qual com suas particularidades.

#### **2.2.1.1 Teste de Lactato Mínimo (LM)**

Como descrito anteriormente, para a determinação da transição de metabolismo durante o esforço físico vários são os métodos que possibilitam identificar esse acontecimento fisiológico.

O protocolo lactato mínimo (LM) foi proposto por Tegtbur (1993), para avaliações em cicloergômetro. Esse método é composto por duas fases distintas, sendo a primeira considerada anaeróbia, na qual necessita de um estímulo de alta intensidade por um período curto de tempo para que ocorra a hiperlactacidemia, seguido por um período de recuperação passiva de aproximadamente 8 minutos. Após a recuperação passiva, inicia-se a segunda parte do protocolo experimental, considerada aeróbia, com cargas iniciais sublimiares, sendo portanto, a taxa de remoção lactacidêmica é maior do que a produção. Conforme, nesse teste progressivo, há aumento na intensidade, a taxa de produção torna-se maior perante a remoção. Por meio desse teste, é possível detectar a intensidade de esforço na qual a produção e remoção do

lactato tornam-se equilibradas, considerando então o Lactato mínimo, ou limiar anaeróbio, o menor valor encontrado após o início do exercício progressivo (Figura 2). De acordo com Tegtbur (1993), esse é um método simples e realizado em um único dia, para identificar a máxima fase estável de lactato sugerida por outros autores (BENEKE, 2003; BILLAT et al., 2003).



**Figura 2.** Figura ilustrativa da cinética lactacidêmica durante exercício progressivo em protocolo de lactato mínimo, efetuado 8 minutos após indução da hiperlactacidemia.

Segundo de Araujo (2005), o protocolo do LM é outro método de determinação do LAn bastante interessante por possibilitar, no mesmo teste, avaliação de parâmetros aeróbio e anaeróbio.

Analisando o protocolo LM em experimentos com animais, Voltarelli et al. (2002) propuseram, com sucesso, essa metodologia avaliar o limiar anaeróbio de ratos Wistar nadadores. Posteriormente, Araújo et al. (2007),

analisaram o percentual de sucesso e insucesso do método modificando o protocolo de indução à hiperlactacidemia para essa mesma população.

No ambiente esportivo, o protocolo de LM parece ser favorável às necessidades da quantificação da intensidade para atletas, por apresentar um custo financeiro não tão elevado quando comparado ao teste de máxima fase estável de lactato e, ainda, por possibilitar, avaliações aeróbia e anaeróbia em uma única sessão de treinamento.

A exemplo, o protocolo de LM foi proposto como forma de avaliar as condições aeróbia e anaeróbia de atletas de elevado rendimento no basquete masculino (ARAÚJO et al., 2006), sugerindo a possibilidade do protocolo Rast Test ser capaz de induzir lactacidemia como primeira fase do teste de LM, para avaliar atletas basquetebolistas da seleção Brasileira Juvenil. Recentemente, ainda em nosso laboratório, procedimento similar vem sendo desenvolvido com as modalidades atletismo (ANDRADE et al., 2010) e ciclismo (FERRARI et al., 2010).

#### **2.2.1.2. Modelo Velocidade Crítica**

Outro modelo muito utilizado nas últimas décadas e adaptado às especificidades de modalidades esportivas é denominando modelo de potência crítica, o qual apresenta característica não invasiva e permite a determinação das condições aeróbia e anaeróbia no esporte. Esse protocolo de teste pode ser aplicado com a mensuração, em exercícios cíclicos, da velocidade de execução de tarefas, determinando assim, por ajustes matemáticos. Quando utilizada a velocidade como parâmetro de intensidade, é possível estimar a

velocidade crítica (capacidade aeróbia) e capacidade de corrida anaeróbia (capacidade aeróbia) por método não invasivo.

Proposto por Monod e Scherrer (1965), inicialmente avaliando potência crítica em pequenos grupos musculares e, posteriormente, adaptado o conceito velocidade crítica, esse modelo de avaliação da aptidão aeróbia é considerado indireto. Sua aplicação apresenta vantagens tais como o reduzido custo financeiro e a facilidade de adequações a especificidades esportivas, além a característica não invasiva do método. A velocidade crítica fornece uma estimativa da maior intensidade de exercício que pode ser mantida teoricamente por um período longo de tempo sem a presença de exaustão (MONOD e SCHERRER 1965). Teoricamente, por esse modelo é identificada a intensidade na qual há a máxima estabilização das variáveis fisiológicas.

A utilização deste método possibilita obter informações sem a necessidade de equipamentos sofisticados, já que são apenas exigidos um cronômetro e um ergômetro para identificar a transição de metabolismo energético perante o esforço físico. Por intermédio de equações matemáticas com a regressão linear entre a intensidade e respectivo tempo limite de exercício, é possível inferir resultados sobre as capacidades aeróbia e anaeróbia de atletas (HILL,1993)

Na tentativa de correlacionar com métodos diretos de avaliação McLellan et al. (1992) mostraram que foi possível sustentar exercício realizado na intensidade correspondente à velocidade crítica, e que apenas 20 minutos de exercício eram suficientes para elevar a concentração de lactato em torno de 6,8 mM.

Apesar da sua praticidade e do baixo custo financeiro, tem sido sugerido que a velocidade crítica pode superestimar a velocidade de limiar anaeróbio entre 13 a 28% (HOUSH; HOUSH; BAUGE, 1990).

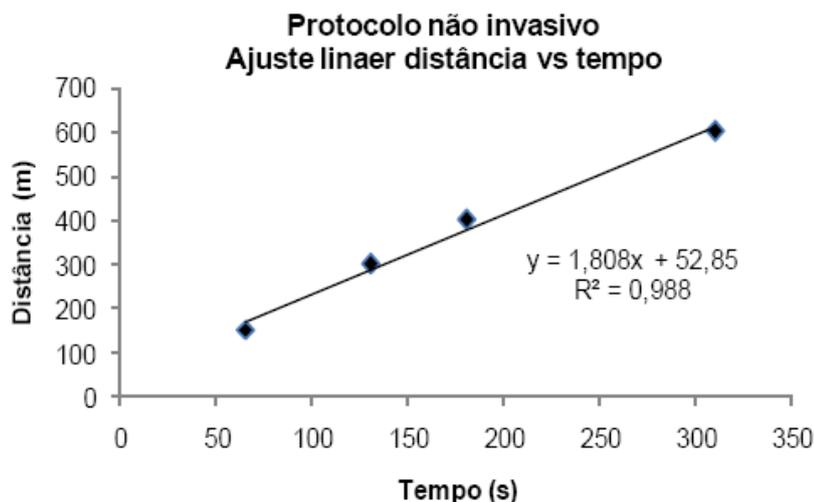
Em humanos, o parâmetro aeróbio do modelo de velocidade crítica parece ser válido devido às elevadas correlações observadas entre a  $V_{crit}$  e intensidades encontradas por métodos invasivos para determinação do LAn, como o limiar anaeróbio obtido por concentração fixa de lactato sangüíneo e máxima fase estável de lactato. Andrade et al. (2010), estudando fundistas, meio fundista e velocistas, observaram correlações importantes entre a  $V_{crit}$  e a intensidade de LM. Da mesma forma, diversos estudos encontraram correlações interessantes entre esse parâmetro e demais identificações aeróbias (KOKUBUN et al., 1996; MANCHADO e KOKUBUN, 2004; JENKINS e QUIGLEY, 1991)

Em estudo com natação, Papoti et. al, (2005) encontraram e assumiram ser esse modelo matemático um método muito confiável na avaliação da capacidade aeróbia, porém questionaram a validade da capacidade de trabalho anaeróbio, também assumida como parâmetro sugerido por esse método de avaliação (intercepto-y da linearização).

A aquisição da  $V_{crit}$  por modelo linear 'distância vs tempo limite' também tem sido muito adotada no esporte (Figura3). Recentemente, nosso grupo propôs essa abordagem às especificidades da canoagem *slalom* (MANCHADO-GOBATTO et al., 2010), com as atletas efetuando quatro tiros de remadas máximas nas distâncias equivalentes a 150, 300, 400 e 600m.

A realização do protocolo de potência ou velocidade crítica, na maioria dos estudos, utiliza de 4 á 5 cargas preditivas para modelo 'intensidade vs

1/tempo limite' (Figura 3), separados com intervalo de 24 horas, na qual a fadiga ocorre geralmente entre 1 à 12 minutos. Em contra partida, Bishop e Jenkins (1995) mostraram que a potência crítica pode ser estimada a partir de três avaliações, separadas por períodos compreendidos entre 3 à 24 horas.



**Figura 3.** Exemplo de determinação dos parâmetros aeróbio ( $V_{crit}$ ) e anaeróbio (CRA) por método não invasivo, baseado no ajuste linear distância vs tempo'.

### 2.3. Métodos de Determinação da Potência Anaeróbia

Para a prescrição do exercício, há a necessidade de detecção da zona de transição aeróbia-anaeróbia (limiar anaeróbio), por testes já descritos anteriormente. Entretanto, para modalidades que dependam do desempenho anaeróbio de atletas, é interessante a quantificação de parâmetros anaeróbios (capacidade e potência), para avaliar os possíveis efeitos do treinamento sobre essas variáveis.

Dentre os testes que podem ser destacados para avaliação da potência anaeróbia, é possível citar o protocolo de Wingate, padronizado para exercícios em cicloergômetro e o *Running Anaerobic Sprint Test* (Rast), desenvolvido para avaliação em corrida.

### **2.3.1. Running Anaerobic Sprint Test (RAST)**

O Teste de Wingate proposto por Bar-Or et al. (1987) é muito utilizado na avaliação da potência anaeróbia de membros inferiores e superiores, pois é um teste reprodutivo e apresenta significantes correlações com índices anaeróbio. Inicialmente, esse método foi desenvolvido para avaliar variáveis anaeróbias no ciclismo. Posteriormente, com embasamento no teste Wingate, houve a proposta da realização de um teste adaptado ao exercício de corrida.

O método Rast, desenvolvido na Universidade de Wolverhampton, no Reino Unido, foi denominado *Running Anaerobic Sprint Test* (RAST) (ZACHAROGIANNIS et al., 2004). A idéia do autor e seus colaboradores foi sugerir uma avaliação da potência anaeróbia específica com gesto motor de corrida. Por utilização de equações, esse protocolo permite estimar as potências máxima, média, mínimas e o índice de fadiga dos avaliados.

Além de fornecer importantes informações acerca dos aspectos anaeróbios, como potências e índice de fadiga, o teste de RAST é simples, não invasivo, de fácil aplicação e não necessita de equipamentos caros, o que aumenta sua aplicabilidade (ZAGATTO et al, 2009). Ele é composto por seis tiros máximos de 35 metros, separados por uma reduzida recuperação passiva de 10 segundos. Os valores de tempo obtido em cada tiro são registrados com significância centesimal e posteriormente utilizados para efetuar os cálculos na predição dos parâmetros anaeróbios.

Recentemente, Zagatto et al. (2009) validaram o método, demonstrando alto coeficiente de correlação intraclasse (0,88) e resultados com correlações significativas com o teste de Wingate para potência máxima ( $r = 0,46$ ), potência média ( $r = 0,56$ ) e índice de fadiga ( $r = 0,63$ ), além de apresentar também significativa correlação com performances para 35, 50, 100, 200 e 400 metros.

Araújo et al. (2007) e Araújo et al. (2008) associaram o RAST ao protocolo de Lacmin, utilizando-o na primeira fase do teste, permitindo a indução lactacidêmica de jogadores de basquete. Com essa manipulação, foi possível, em uma única sessão de treinamento, efetuar importantes avaliações aeróbia e anaeróbia, e ainda com gestos motores específicos da modalidade em questão. Procedimento similar de associação entre RAST e Lacmin foi executado com jogadores de handebol, apresentando resultados interessantes (ROSEGUINI et al., 2008). Recentemente, nosso laboratório utilizou esse método em atletas corredores (ANDRADE et al., 2010)

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Participantes**

Foram avaliadas doze atletas de basquetebol do gênero feminino  $19 \pm 1$  anos,  $1,71 \pm 0,07$  m, % Gordura  $18,2 \pm 2,0$  e Peso:  $66,7 \pm 10,1$  Kg

As participantes foram previamente avaliadas quanto às condições físicas iniciais para posteriormente serem submetidas às avaliações de parâmetros aeróbios e anaeróbios, com descrito a seguir.

Como critérios de inclusão, consideraremos as atletas serem membros das equipes de basquete selecionadas para avaliação, sendo filiadas à

Federação Paulista de Basquetebol há no mínimo um ano; estar realizando treinamentos periódicos na modalidade; apresentar condições físicas adequadas para a condição de treinamento desportivo e avaliação, previamente avaliadas por equipe da área da saúde. Por outra vertente, foram excluídas da amostra atletas que não apresentarem tempo suficiente de prática na modalidade, não filiadas à Federação Paulista de Basquetebol e sem autorização médica para a prática desportiva.

Todas as participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, no qual constava a descrição das atividades a que seriam submetidas, bem como informações claras sobre a possibilidade de abandonar o estudo no momento que julgassem necessário. Todo o procedimento experimental foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade que sediou a pesquisa, sob protocolo no. 50/10).

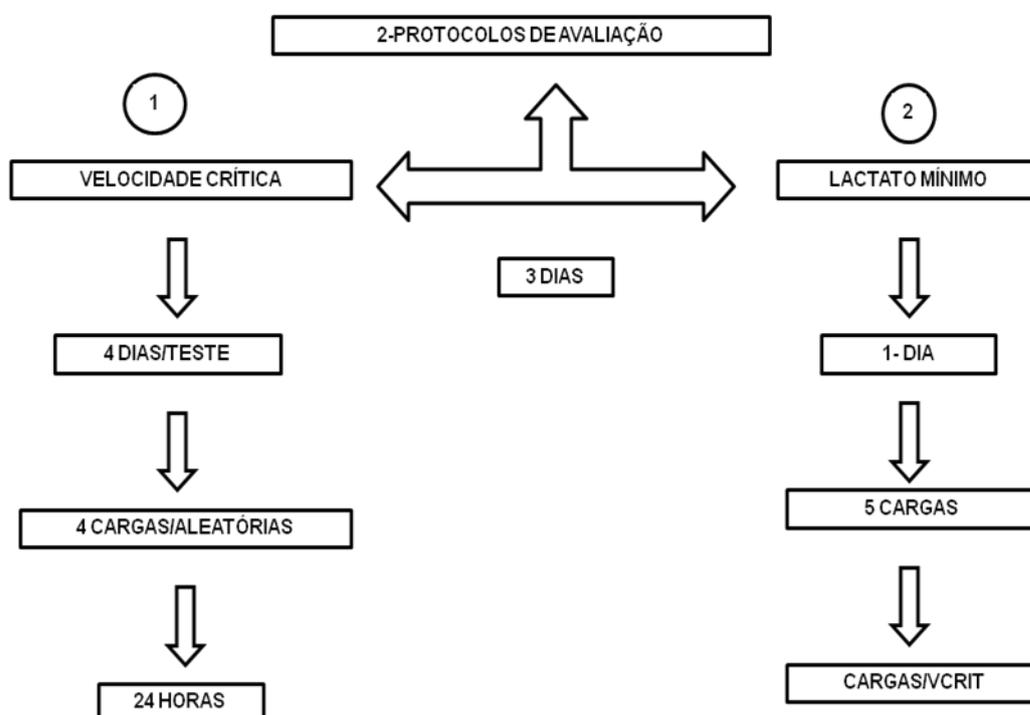
### **3.2. Local**

Todos os testes descritos a seguir foram realizados no ginásio de esportes, com medidas oficiais preconizadas para partidas de basquetebol. O ginásio de esportes apresentava condições plenas de utilização, sendo esse o mesmo local em que as atletas efetuam suas sessões de treinamento e jogos regularmente.

### **3.3. Delineamento Experimental**

Após a avaliação da composição corporal (item 3.3.1), o procedimento experimental foi composto por dois protocolos de avaliações (detalhados nos itens 3.3.2 e 3.3.3), cada qual com sua característica, sendo eles:

- Modelo não invasivo para determinação dos parâmetros aeróbio ( $V_{crit}$ ) e anaeróbio (CCA), composto por quatro dias de teste, em diferentes intensidades efetuadas até a exaustão voluntária das avaliadas;
- Protocolo de lactato mínimo, realizado em um único dia, composto por duas fases: a primeira utilizada para indução à hiperlactacidemia (fase anaeróbia), a qual foi efetuada pelo Rast adaptado ao basquete e, em um segundo momento (após 8 minutos de recuperação passiva), será aplicado um teste progressivo, com extrações sanguíneas, mensuradas após cada estágio, objetivando a aquisição de informações sobre o parâmetro aeróbio.



**Figura 4.** Representação esquemática sequencial da aplicação dos protocolos utilizados durante o experimento.

### **3.3.1. Mensurações Antropométricas**

As atletas foram submetidas a mensurações antropométricas para caracterização da amostra. Dentre as avaliações foram realizadas as determinações de massa corporal (balança Filizola), estatura (estadiômetro), índice de massa corporal ( $\text{peso}/\text{estatura}^2$ ) e mensuração de pregas cutâneas como (peitoral, axilar média, tríceps, subescapular, abdominal, supra-ilíaca e coxa no lado direito do corpo) para identificação do percentual de gordura (JACKSON e POLLOCK, 1978).

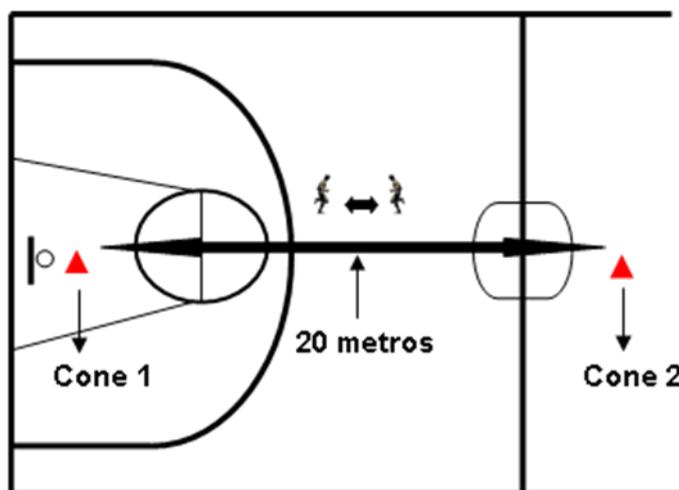
### **3.3.2. Modelo não invasivo para determinação da velocidade crítica (Vcrit) e capacidade de corrida anaeróbia (CCA)**

Para determinação de Vcrit e CCA, foram aplicadas quatro “cargas preditivas”. Os testes foram realizados em dias subsequentes (intervalo de 24 horas entre eles) e de maneira aleatória. As avaliações foram realizadas no mesmo horário e local em que são efetuados os treinamentos.

Em cada dia de teste, as atletas realizaram corridas “vai-vem” na distância equivalente a 20 m, delimitada por cones. A intensidade de cada avaliação foi controlada por sinal sonoro, sendo solicitado às atletas estarem passando pelos cones concomitantemente com o sinal sonoro.

Para cada intensidade individualmente selecionada foi (10,8; 12; 13; e 14,5 km/h) foi registrado o tempo de exaustão (tempo limite – tlim), com a

utilização de um cronômetro digital. As velocidades foram selecionadas na tentativa de propiciar a exaustão entre um e dez minutos de exercício. Os critérios adotados de exaustão foram a não manutenção da velocidade estipulada em duas passagens de 20 metros consecutivas ou exaustão voluntária (figura 5).



**Figura 5.** Representação esquemática das corridas em 'vai-vem' com distância de 20 metros, que serão utilizadas para posterior determinação de  $V_{crit}$  e CCA.

Para determinação dos parâmetros aeróbio ( $V_{crit}$ ) e anaeróbio (CCA), foi utilizado o ajuste linear 'velocidade vs  $1/t_{lim}$ ', no qual, o valor obtido para y-intercepto foi correspondente à  $V_{crit}$  e a angulação da reta de regressão, à CCA. Os valores de  $R^2$  para as regressões foram utilizados para verificar a representatividade matemática do modelo frente às respostas fisiológicas esperadas para o teste.

### 3.3.3. Protocolo do Lactato Mínimo

Como já abordado na revisão de literatura da presente pesquisa, o protocolo do lactato mínimo é efetuado em uma única sessão de treinamento,

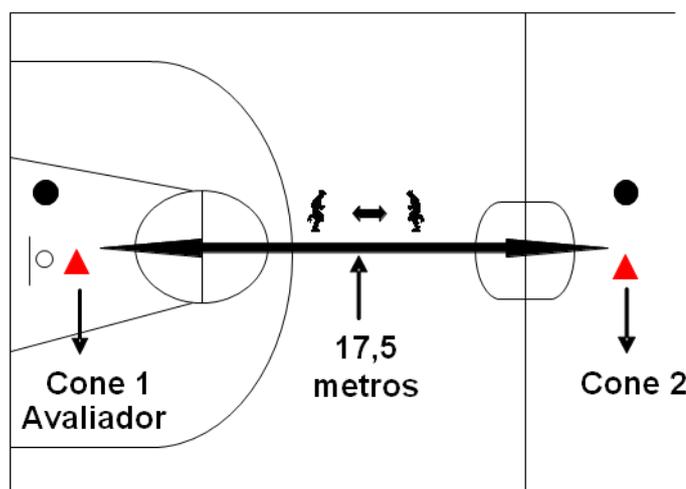
sendo composto por duas fases: uma caracterizada pela indução à hiperlactacidemia e outra, composta por esforços progressivos.

### 3.3.3.1. Fase de indução: RAST para determinações anaeróbias

Na fase de indução à hiperlactacidemia, as atletas realizaram seis corridas máximas em distância total de 35 metros como solicita o protocolo original do RAST, que objetiva determinar as potências mínimas ( $P_{min}$ ), média ( $P_{med}$ ) e máxima ( $P_{max}$ ) além do percentual equivalente ao índice de fadiga

Os procedimentos iniciais do RAST envolveram pesagem das participantes, aquecimento leve de aproximadamente 10 min, e recuperação passiva de 5 min. Após esse aquecimento, foi aplicado o teste.

Por prezar pela especificidade da modalidade esportiva, foi aplicado o RAST adaptado ao basquetebol, no qual os 35 m foram divididos em duas passagens de 17,5 m, em corridas de ida e volta. Desse modo, as atletas realizarão seis corridas “vai-vem” (2x 17,5m), separadas por intervalo passivo de 10 s entre elas. O avaliador estava localizado próximo à linha de chegada para anotar precisamente os tempos de cada corrida (Figura 6).



**Figura 6.** Representação esquemática da primeira fase do protocolo de lactato

mínimo, composto pelo Rast adaptado ao basquete (6 corridas máximas em formato vai-vem, na distância 17,5m, totalizado 35 metros para cada corrida).

### **3.3.3.2. Fase de progressiva: Teste progressivo para determinação do Lactato Mínimo**

Após o término do *RAST*, as participantes permaneceram na própria quadra, onde foram mantidas em recuperação passiva durante 8 minutos, para determinação da concentração pico de lactato sanguíneo com coletas de sangue (25 $\mu$ L) extraídas do lóbulo da orelha, nos tempos 3, 5 e 7 minutos de recuperação.

Ao fim da recuperação passiva, foi iniciada a segunda fase do protocolo do lactato mínimo, na qual as atletas executaram corridas “vai –vem” 20m, em intensidades progressivas (entre 7 e 12 Km/h) distribuídas em cinco estágios, com duração de três minutos cada. A intensidade ao longo do procedimento foi controlada por sinal sonoro. Ao final de cada estágio, foram também extraídas amostras de sangue do lóbulo da orelha para obtenção dos valores de lactato.

Com as concentrações de lactato sanguíneo obtidas durante o teste progressivo e respectivas intensidades de esforço foram gerados ajustes individuais e, por função polinomial de segunda ordem, determinou-se o lactato mínimo (intensidade e concentração de lactato por dois modelos):

- 1) Ajuste ‘lactato vs intensidade de exercício’, no qual a derivada zero do ajuste foi equivalente à concentração de lactato mínimo (LM1, em mM) e a intensidade correspondente à esse ponto, à velocidade de lactato mínimo (vLM1, em km/h);

- 2) Ajuste 'lactato vs tempo', considerando, além das concentrações lactacidêmicas após as intensidades de exercício progressivo, o valor de lactato pico obtido com a indução à hiperlactacidemia. Desse modo, foi determinada a concentração mínima de lactato no tempo (LM2, em mM) e, após regressão linear 'intensidade vs tempo', foi identificada a intensidade de exercício correspondente ao tempo que o LM ocorreu (vLM2, em km/h).

Para analisar o sucesso do teste de lactato mínimo nas análises utilizando ajustes polinomiais de segunda ordem de lactato vs intensidade (LM1) e lactato vs tempo (LM2), considerou-se a presença de quatro ou mais pontos matemáticos para a composição do ajuste, curva polinomial em formato de "U", com o "a" da equação apresentando valores positivos e  $R^2$  superior a 0,80.

Para analisar o sucesso do teste de lactato mínimo considerou-se a presença de quatro ou mais pontos matemáticos para a composição do ajuste, curva polinomial em formato de "U", com o "a" da equação apresentando valores positivos e  $R^2$  superior a 0,85.

### **3.4. Extração de sangue do lóbulo da orelha**

Durante os procedimentos invasivos ocorreu uma pequena perfuração do lóbulo da orelha das atletas, a partir da qual foi possível a aquisição de sangue capilar. A pequena perfuração foi efetuada com utilização de lancetas descartáveis e materiais para assepsia, garantindo a total segurança do avaliador e avaliado, a partir da qual todas as coletas de sangue foram

efetuadas. O lóbulo da orelha é selecionado devido à sua reduzida sensibilidade à dor. Foram extraídos 25µL de sangue com a utilização de capilares heparinizados e calibrados, sendo as amostras posteriormente depositadas em tubos *Eppendorf* contendo 400µL de TCA 4%, para bloqueio das reações no meio e desproteção do sangue. Por ser esse volume de sangue extremamente pequeno, não foram acarretadas alterações sistêmicas ao avaliado.

Para análise das concentrações sanguíneas de lactato por método enzimático, as amostras, foram armazenadas à temperatura equivalente à -30°C, agitadas em agitador magnético e centrifugadas. Foi extraída uma alíquota de 100µL de sobrenadante, depositada em tubo de ensaio, a qual foi adicionada a quantidade equivalente a 500µL de reagente. O homogenado foi novamente agitado e logo após, incubado por 20 em banho à 37°C. A leitura da amostra foi efetuada em espectrofotômetro, em onda de 340nm, conforme procedimento descrito por Engel e Jones (1978)

### **3.5. Análise Estatística**

A análise dos resultados obtidos foi procedida com o auxílio dos pacotes estatísticos “*STATISTICA*”, versão 7.0 e “*ORIGIN*”, versão 7.0, conforme os objetivos do estudo.

Inicialmente foram aplicados testes de normalidade (Shapiro Wilk) e homogeneidade (Levene) para identificar a característica dos dados. Por apresentarem normalidade e homogeneidade, foram adotados os métodos preconizados pela Estatística Paramétrica.

Foi aplicada a Anova one-way, seguida de post hoc Newmann Keuls, quando necessário, objetivando comparar os valores de intensidade aeróbia determinada por método não invasivo ( $V_{crit}$ ) e modelos invasivos (LM1 e 2). Por teste t-Student pareado, foi diagnosticada a semelhança ou diferença entre a concentração de LM observada por ajustes 'lactato vs intensidade' e 'lactato vs tempo'.

A correlação produto-momento de Pearson foi adotada para identificar possíveis correlações entre os parâmetros aeróbios e anaeróbios identificados pelos dois protocolos de avaliações específicos ao basquetebol.

Em todos os casos, o nível de significância foi pré-fixado em 5%.

#### **4. RESULTADOS**

Os resultados do presente estudo estão apresentados na forma de um artigo científico, submetido à publicação no periódico Revista Brasileira de Medicina do Esporte.

**ADAPTAÇÃO DE PROTOCOLOS INVASIVOS E NÃO INVASIVOS PARA  
AVALIAÇÕES AERÓBIAS E ANAERÓBIAS ESPECÍFICAS AO  
BASQUETEBOL FEMININO**

*Artigo submetido à Revista Brasileira de Medicina do Esporte*

## RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar parâmetros aeróbios e anaeróbios em jogadoras de basquetebol, utilizando métodos não invasivo (Rast adaptado ao basquetebol e modelo velocidade crítica) e invasivo (lactato mínimo). Para isso, doze jogadoras de basquetebol treinadas ( $19 \pm 1$  anos) foram submetidas a 5 dias de teste. Inicialmente foram realizadas quatro intensidades (10-14 Km/h) em corridas “vai e vem” (distância 20 m) até exaustão (entre 1 e 10 min). O modelo linear ‘velocidade vs 1/tempo limite’ foi utilizado para determinar a capacidade aeróbia (velocidade crítica -  $V_{crit}$ ) e anaeróbia capacidade de corrida anaeróbia (CCA). O protocolo invasivo adotado foi o lactato mínimo (LM), composto por duas fases: indução da hiperlactacidemia e fase progressiva, separadas por 8 minutos de recuperação passiva. O Rast adaptado à modalidade foi aplicado na primeira fase. O método consiste de seis corridas máximas em distância de 35 metros (2 x 17,5m) separadas por 10s, com as quais determinou-se as potências mínima ( $P_{min}$ ) média ( $P_{med}$ ), máxima ( $P_{máx}$ ) e índice de fadiga (IF). A fase progressiva foi composta de 5 estágios (3 min) em corridas “vai e vem” de 20m, nas intensidades 7, 8, 9, 10 e 12 Km/h. Foram coletadas amostras de sangue ao final de cada estágio. Os parâmetros do LM (intensidade e concentração) foram obtidos por dois diferentes ajustes polinomiais (‘lactato vs intensidade’(LM1) e ‘lactato vs tempo’(LM2)). A Anova one way, teste *t-Student* e correlação de Pearson foram utilizados na análise estatística. A  $V_{crit}$  foi obtida a  $10,3 \pm 0,2$  km/h e a CCA estimada em  $73,0 \pm 3,4$ m. O RAST induziu a hiperlactacidemia a  $5.9 \pm 0.2$ mM e determinou as potências  $P_{máx}$  ( $3,6 \pm 0,2$  W/Kg),  $P_{med}$  ( $2,8 \pm 0,1$  W/Kg) e  $P_{min}$  ( $2,3 \pm 0,1$ W/Kg) e IF ( $30 \pm 3\%$ ). A intensidade de LM ( $v_{LM1}$ ) foi 8,7% menor que a  $V_{crit}$  ( $9,47 \pm 0,13$  Km/h) e esses parâmetros não foram significativamente correlacionados ( $r=0,23$ ). Por outro lado, a  $v_{LM2}$ , foi igual à  $V_{crit}$ . As concentrações de lactato em LM1 e LM2 foram, respectivamente,  $3,1 \pm 0,3$ mM e  $3,2 \pm 0,3$ mM, com correlações significantes com o lactato pico ( $r=0,78$  e  $0,76$ ). O modelo específico não invasivo pode ser utilizado para determinar parâmetros aeróbios e anaeróbios em mulheres jogadoras de basquetebol. Entretanto como ocorre em outras modalidades esportivas, a  $V_{crit}$  superestimou a intensidade de LM determinada de modo tradicional.

**Palavras Chaves:** feminino, basquetebol, velocidade crítica, lactato mínimo

## ABSTRACT

The study aimed to evaluate the aerobic and anaerobic parameters of female basketball players using non-invasive (adapted RAST and critical velocity model) and invasive (lactate minimum) methods. Twelve well trained female basketball players ( $19\pm 1$  yrs) were submitted to five days of tests. First, the athletes accomplished four intensities (10 to 14km/h) running in “shuttle” (20-m) exercise until exhaustion (set to occur between 1 and 10 min). The velocity versus  $1/\text{time to exhaustion}$  linear fit was used to determine the aerobic (critical velocity – CV) and anaerobic running capacity (ARC). The invasive protocol adopted was the lactate minimum test (LM), composed by two phases: hyperlactatemia induction and incremental test, separated by 8min of passive recovery. The first phase used the “running anaerobic sprint test” (RAST) adapted to basketball. The method consisted of 6 maximum “shuttle” sprints of 35-m (2 x 17.5-m), separated by 10s recovery, determining the minimal ( $P_{\min}$ ), medium ( $P_{\text{med}}$ ) and maximal ( $P_{\max}$ ) power and fatigue index (FI). The incremental phase consisted of 5 stages (3 min) of shuttle running efforts (20-m) of 7, 8, 9, 10, 12 km/h. Blood samples were collected at the end of each stage. The LM parameters (intensity and blood lactate concentration) were analyzed using two different polynomial fits (‘lactate vs intensity’ (LM1) and ‘lactate vs time’(LM2)). One-Way Anova, paired t-Student test and Pearson product-moment correlation were used to statistical analysis. The CV was obtained at  $10.3\pm 0.2$  km/h and estimated ARC was  $73.0\pm 3.4$ m. The RAST promoted the lactate peak at  $5.9\pm 0.2$ mM and determined the  $P_{\max}$  ( $3.6\pm 0.2$  W/Kg),  $P_{\text{med}}$  ( $2.8\pm 0.1$  W/Kg),  $P_{\min}$  ( $2.3\pm 0.1$ W/Kg) and FI ( $30\pm 3\%$ ). The LM1 velocity was 8.7% lower than CV ( $9.47\pm 0.13$  Km/h) these parameters were not significantly correlated ( $r=0.23$ ). For other hand, the vLM2 was similar to CV and. The LM1 and LM2 (blood lactate concentration) were, respectively,  $3.1\pm 0.3$ mM and  $3.2\pm 0.3$ mM, showing interesting and significant correlation with lactate peak ( $r=0.78$  and  $0.76$ ). The specific non-invasive method can be used for determine the aerobic and anaerobic parameters in female basketball players. However, as occurs in others sport modalities, CV upper estimate the LM intensity determined using traditional model.

**Keywords:** female, basketball, critical velocity, lactate minimum, RAST



## INTRODUÇÃO

Com a evolução das ciências que suportam o esporte e da dinâmica competitiva atual, determinações precisas relacionadas a fatores técnicos, táticos, físicos e fisiológicos de desportistas e a prescrição do treinamento embasada na especificidade da modalidade esportiva, são fundamentais para a obtenção do sucesso.

Assim como em outras modalidades intermitentes, no basquetebol, esporte popular no Mundo todo (Hoffmam e Maresh, 2000), o desempenho dos atletas e equipes provém de aspectos multifatoriais. Devido às alterações nas regras do jogo, o basquetebol moderno tornou-se mais dinâmico e intenso, exigindo dos atletas maiores deslocamentos com alta intensidade, por distâncias longas e reduzidas, com ou sem posse de bola (Abdelkrim et al. (2007). Segundo Abdelkrim et al. (2010), basquetebolistas percorrem, em média, 7,5km em partidas oficiais, com esforços de intensidades variadas (moderadas, intensas e severas) e atividades diversificadas (caminhada, corrida, saltos) que dependem da posição do jogador, condição física e sistema tático adotado em âmbitos defensivo e ofensivo.

Apesar da expressividade da modalidade nos âmbitos nacional e internacional, as evidencias científicas que norteiam o basquetebol são poucas e controversas no que tange aspectos relacionados às predominâncias metabólicas no jogo e fatores determinantes na partida (ASTRAND et al., 1960; MCLNNES, 1995). Ainda é necessário ressaltar a carência de estudos envolvendo a avaliação de basquetebolistas do gênero feminino.

De acordo com Hoffman et al. (2000), o basquetebol depende, de modo mais pronunciado, de fatores atrelados à potência e resistência anaeróbia.

Moreira e Oliveira (2002) observaram valores lactacidêmicos mínimos, médios e máximo, respectivamente próximos a 2,9mM, 4,5mM e 7,5mM em partidas executadas por jogadores adultos do gênero masculino. Em estudo anterior, Kokubun e Daniel (1992) apresentaram valores médios de 2,7 mM para modalidade, sugerindo predominância do metabolismo anaeróbio alático durante as partidas. Investigando a demanda fisiológica do basquete por meio de análises do movimento, frequência cardíaca e lactacidemia, Abdelkrim et al. (2007) relataram que, após mudanças na regra, o basquetebol é jogado em intensidades superiores e, ao longo da partida e ao final de cada quadro, a via anaeróbia láctica contribui fortemente com a produção energética de atletas para a manutenção do jogo, fato esse já comentado por Rodriguez et al. (2003), observando respostas fisiológicas ao longo de partidas internacionais.

Em contra partida, Laplaud e Menier (2004) sugerem que a resistência aeróbia é um fator significativo para o bom desempenho das ações do jogo, relatando que um programa de treinamento para basquetebolistas deve promover estímulos capazes de elevar essa capacidade. A atuação do metabolismo aeróbio ao longo do jogo pode propiciar maior remoção lactacidêmica em momentos ativos da partida, bem como entre os quadros, resultando em melhores respostas atléticas nas tarefas decisivas, como passes e arremessos. Corroborando com essa idéia, recentemente Abdelkrim et al. (2010) observaram valores lactacidêmicos médios de 6,22 mM e uma queda no rendimento ao final das partidas de basquete, sugerindo a importância do metabolismo aeróbio na provável remoção lactacidêmica e recuperação dos basquetebolistas para manutenção da performance por todo o jogo.

Como é possível observar, o lactato sanguíneo é uma das variáveis fisiológicas mais estudadas no esporte. Do mesmo modo, métodos de avaliações aeróbias e anaeróbias, com características diretas e indiretas, vêm sendo adaptados às especificidades de modalidades esportivas para a quantificação da intensidade de esforço e, como consequência, melhor prescrição do treinamento em esportes individuais e coletivos. Segundo Araújo (2005), o número e qualidade de estudos que identificam a importância da intensidade do limiar anaeróbio (LAn) para atletas de esportes individuais e coletivos, vêm permitindo uma melhor compreensão da intensidade de esforço e controle do treinamento.

Dentre os métodos capazes de avaliar as condições aeróbia e anaeróbia de atletas, destacam-se o modelo não invasivo de velocidade crítica, inicialmente proposto para determinação da potência crítica (MONOD e SCHERRER, 1965) e o protocolo invasivo do lactato mínimo, dependente da fase de indução à hiperlactacidemia e execução de um teste com intensidades progressivas (TEGTBUR et al., 1993) e ainda testes indiretos para mensuração de potência anaeróbia como o *Running anaerobic sprint test (RAST)* (ZACHAROGIANNIS et al., 2004) e (ZAGATTO et al., 2010).

Poucos são os métodos de avaliação destinados ao basquetebol. Um estudo com essa abordagem adaptou o lactato mínimo para avaliações de basquetebolistas masculinos das categorias juvenil e adulto de alto rendimento (ARAÚJO et al., 2008), com a utilização do RAST não específico ao basquetebol, como indutor à hiperlactacidemia necessária. Se lacunas de avaliação física-fisiológica são visualizadas no basquetebol masculino, esse

fato é ainda mais evidenciado no basquete feminino, com o qual não foram localizados nenhum estudo dessa natureza na literatura.

Os protocolos de velocidade crítica e lactato mínimo e RAST adaptados ao basquete, potencialmente interessantes para quantificação de intensidades de exercício e prescrição de treinamento, ainda não foram adaptados e aplicados a atletas do gênero feminino dessa modalidade.

Desse modo, os objetivos do presente estudo foram avaliar parâmetros aeróbios e anaeróbios de basquetebolistas femininas utilizando procedimentos invasivo (lactato mínimo) e não invasivo (modelo de velocidade crítica e RAST adaptado ao basquetebol).

## **Materiais e Métodos**

Foram avaliadas doze jogadoras de basquetebol ( $19\pm 1$  anos,  $66,7\pm 10,1$  Kg,  $1,71\pm 5,2$  m,  $19,2\pm 1,0\%$  de gordura), com experiência mínima de cinco anos na modalidade, participantes de campeonato a nível estadual promovidos pela Federação Paulista de Basquetebol (FPB) e frequência de treinamento de 5 a 6 vezes semanais em dois períodos. As participantes foram previamente avaliadas quanto às condições físicas iniciais para posteriormente serem submetidas às avaliações de parâmetros aeróbios e anaeróbios, com descrito a seguir.

Como critérios de inclusão, observou-se as atletas serem membros das equipes de basquete selecionadas para avaliação, sendo filiadas à Federação Paulista de Basquetebol há no mínimo um ano; realizar treinamentos periódicos na modalidade; apresentar condições físicas adequadas para a condição de treinamento desportivo e avaliação, previamente avaliadas por

equipe da área da saúde. Por outra vertente, foram excluídas da amostra atletas que não apresentarem tempo suficiente de prática na modalidade, não filiadas à Federação Paulista de Basquetebol e sem autorização médica para a prática desportiva.

Todas as participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, no qual constava a descrição das atividades a que foram submetidas, bem como informações claras sobre a possibilidade de abandonar o estudo no momento que julgassem necessário. Todo o procedimento experimental foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade que sediou a pesquisa, sob protocolo n<sup>o</sup>. 50/10).

### **Local**

Todos os testes foram realizados no ginásio de esportes, com medidas oficiais preconizadas para partidas de basquetebol. O ginásio de esportes apresentava condições plenas de utilização, sendo esse o mesmo local em que as atletas efetuam suas sessões de treinamento e jogos regularmente.

### **Delineamento Experimental**

Após a avaliação da composição corporal, o procedimento experimental foi composto por dois protocolos de avaliações. O primeiro utilizado foi o Modelo não invasivo para determinação dos parâmetros aeróbio ( $V_{crit}$ ) e anaeróbio (CCA), composto por quatro dias de teste, em diferentes intensidades efetuadas até a exaustão voluntária das avaliadas. O segundo teste aplicado foi o lactato mínimo, realizado em um único dia, composto por duas fases: a primeira utilizada para indução à hiperlactacidemia (fase anaeróbia), a qual foi efetuada pelo RAST e, em um segundo momento (após 8

minutos de recuperação passiva), foi aplicado um teste progressivo, com extrações sanguíneas (uma gota de sangue), mensurada após cada estágio, objetivando a aquisição de informações sobre o parâmetro aeróbio.

### **Avaliação da composição corporal**

As atletas foram submetidas a mensurações antropométricas para caracterização da amostra. Dentre as avaliações foram realizadas as determinações de massa corporal (balança Filizola), estatura (estadiômetro), índice de massa corporal ( $\text{peso}/\text{estatura}^2$ ) e mensuração de pregas cutâneas como (peitoral, axilar média, tríceps, subescapular, abdominal, supra-ilíaca e coxa no lado direito do corpo) para identificação do percentual de gordura (JACKSON e POLLOCK, 1978).

### **Modelo não invasivo para determinação da velocidade crítica (Vcrit) e capacidade de corrida anaeróbia (CCA)**

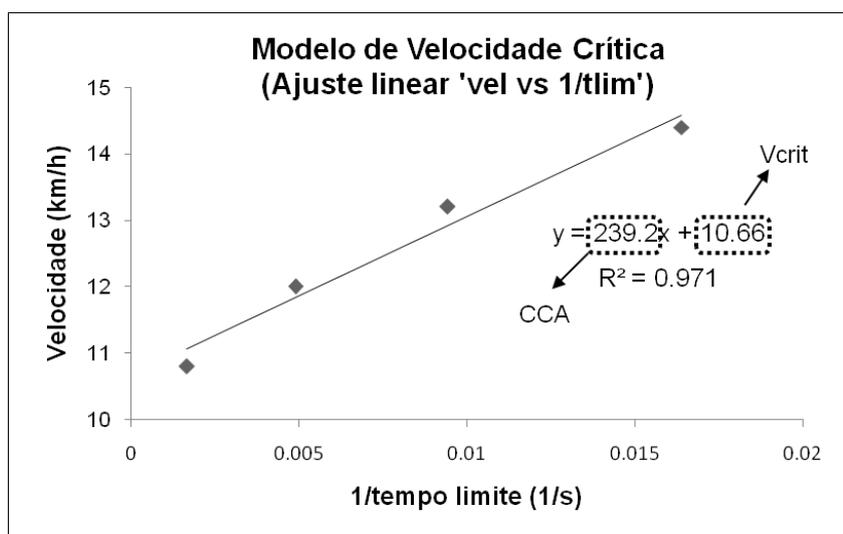
Para determinação de Vcrit e CCA, foram aplicadas quatro “cargas preditivas”. Os testes foram realizados em dias subseqüentes (intervalo de 24 horas entre eles) e de maneira aleatória. As avaliações foram realizadas no mesmo horário e local em que são efetuados os treinamentos.

Em cada dia de teste, as atletas realizaram corridas “vai-vem” na distância equivalente a 20 m, delimitada por cones. A intensidade de cada avaliação foi controlada por sinal sonoro, sendo solicitado às atletas estarem passando pelos cones concomitantemente com o sinal sonoro.

Para cada intensidade individualmente selecionada (variando entre 10 e 14 km/h) foi registrado o tempo de exaustão (tempo limite – tlim), com a utilização de um cronômetro digital. As velocidades foram selecionadas na

tentativa de propiciar a exaustão entre um e dez minutos de exercício. Os critérios adotados de exaustão foram a não manutenção da velocidade estipulada em duas passagens de 20 metros consecutivas ou exaustão voluntária.

A determinação de  $V_{crit}$  e CCA foi realizada por ajuste linear 'velocidade vs  $1/t_{lim}$ ', no qual, o valor obtido para y-intercepto foi correspondente à  $V_{crit}$  e a angulação da reta de regressão, à CCA (valores observados na equação foram divididos por 3,6 para obtenção desse parâmetro em metros) (Figura 1). Os valores de  $R^2$  para as regressões foram utilizados para verificar a representatividade matemática do modelo frente às respostas fisiológicas esperadas para o teste.



**Figura 1.** Exemplo do modelo não invasivo de velocidade crítica, efetuado por ajuste linear 'velocidade vs  $1/\text{tempo limite}$ ', para a determinação de velocidade crítica ( $V_{crit}$ ) e capacidade de corrida anaeróbia (CCA) para uma participante da amostra.

## **Protocolo do lactato mínimo**

O protocolo do lactato mínimo é efetuado em uma única sessão de treinamento, sendo composto por duas fases: uma caracterizada pela indução à hiperlactacidemia e outra, composta por esforços progressivos.

### **a. Fase de indução: RAST adaptado ao basquetebol para determinações anaeróbias**

Na fase de indução à hiperlactacidemia, as atletas realizaram seis corridas máximas em distância total de 35 metros como solicita o protocolo original do RAST que objetiva determinar as potências mínimas (Pmin), média (Pmed) e máxima (Pmax) além do percentual equivalente ao índice de fadiga (IF2).

Os procedimentos iniciais do RAST envolveram pesagem das participantes, aquecimento leve de aproximadamente 10 min, e recuperação passiva de 5 min. Após esse aquecimento, foi aplicado o teste.

Por prezar pela especificidade da modalidade esportiva, foi aplicado ao RAST adaptado ao basquetebol, no qual os 35 m foram divididos em duas passagens de 17,5 m, em corridas de ida e volta. Desse modo, as atletas realizarão seis corridas “vai-vem” (2x 17,5m), separadas por intervalo passivo de 10 s entre elas. O avaliador estava localizado próximo á linha de chegada para anotar precisamente os tempos de cada corrida.

## **b. Fase de progressiva: Teste progressivo para determinação do Lactato Mínimo**

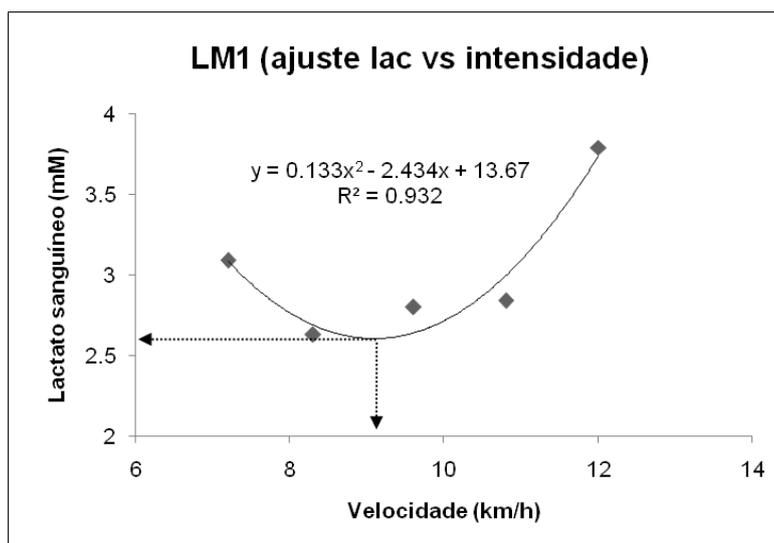
Após o término do *RAST*, as participantes permaneceram na própria quadra, onde foram mantidas em recuperação passiva durante 8 minutos, para determinação da concentração pico de lactato sanguíneo com coletas de sangue (25 $\mu$ L) extraídas do lóbulo da orelha, nos tempos 3, 5 e 7 minutos de recuperação.

Ao fim da recuperação passiva, foi iniciada a segunda fase do protocolo do lactato mínimo, na qual as atletas executaram corridas “vai –vem” 20m, em intensidades progressivas (entre 7 e 12 Km/h) distribuídas em cinco estágios, com duração de três minutos cada. A intensidade ao longo do procedimento foi controlada por sinal sonoro. Ao final de cada estágio, foram também extraídas amostras de sangue do lóbulo da orelha para obtenção dos valores de lactato.

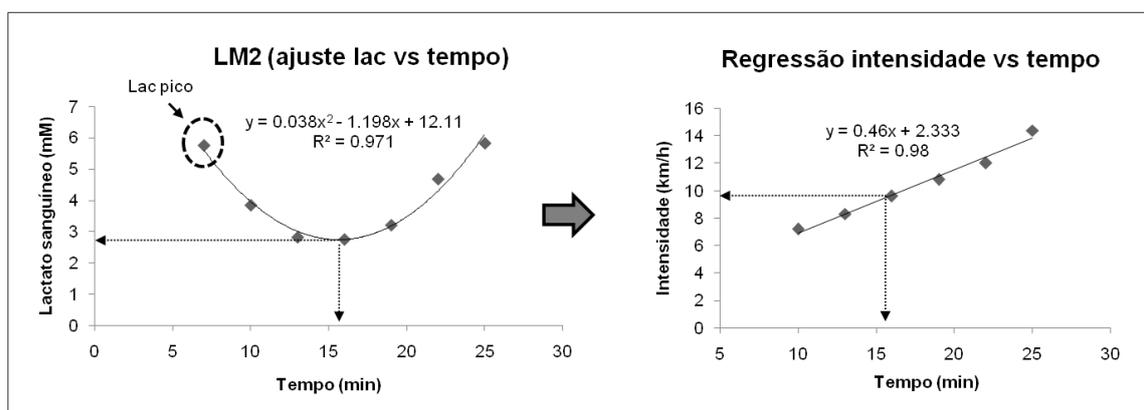
Com as concentrações de lactato sanguíneo obtidas durante o teste progressivo e respectivas intensidades de esforço foram gerados ajustes individuais e, por função polinomial de segunda ordem, determinou-se o lactato mínimo (intensidade e concentração de lactato por dois modelos):

- 3) Ajuste ‘lactato vs intensidade de exercício’, no qual a derivada zero do ajuste foi equivalente à concentração de lactato mínimo (LM1, em mM) e a intensidade correspondente à esse ponto, à velocidade de lactato mínimo (vLM1, em km/h) (Figura 2a);
- 4) Ajuste ‘lactato vs tempo’, considerando, além das concentrações lactacidêmicas após as intensidades de exercício progressivo, o valor de lactato pico obtido com a indução à hiperlactacidemia. Desse

modo, foi determinada a concentração mínima de lactato no tempo (LM2, em mM) e, após regressão linear 'intensidade vs tempo', foi identificada a intensidade de exercício correspondente ao tempo que o LM ocorreu (vLM2, em km/h) (Figura 2b).



**Figura 2a.** Exemplo de ajuste polinomial 'lactato vs intensidade de exercício', no qual a derivada zero do ajuste equivale à concentração de lactato mínimo (LM1, em mM) e a intensidade correspondente a esse ponto, à velocidade de lactato mínimo (vLM1, em km/h), para uma participante da amostra.



**Figura 2b.** Exemplo do ajuste polinomial 'lactato vs tempo', para uma das participantes, considerando, além das concentrações lactacidêmicas após as intensidades de exercício progressivo, o valor de lactato pico obtido com a indução à hiperlactacidemia. Desse modo, foi determinada a concentração mínima de lactato no tempo (LM2, em mM) e, após regressão linear

'intensidade vs tempo', foi identificada a intensidade de exercício correspondente ao tempo que o LM ocorreu (vLM2, em km/h).

Para analisar o sucesso do teste de lactato mínimo nas análises utilizando ajustes polinomiais de segunda ordem de lactato vs intensidade (LM1) e lactato vs tempo (LM2), considerou-se a presença de quatro ou mais pontos matemáticos para a composição do ajuste, curva polinomial em formato de "U", com o "a" da equação apresentando valores positivos e  $R^2$  superior a 0,80 (Araújo et al., 2007).

### **Extração sanguínea e análise do lactato**

Durante os procedimentos invasivos foram extraídos 25 $\mu$ L de sangue do lóbulo da orelha, com a utilização de capilares heparinizados e calibrados, sendo as amostras posteriormente depositadas em tubos *Eppendorf* contendo 400 $\mu$ L de TCA 4%, para bloqueio das reações no meio e desproteíntização do sangue.

Para análise das concentrações sanguíneas de lactato por método enzimático, as amostras, foram armazenadas à temperatura equivalente à -30°C, agitadas em agitador magnético e centrifugadas. Foi extraída uma alíquota de 100 $\mu$ L de sobrenadante, depositada em tubo de ensaio, a qual foi adicionada a quantidade equivalente a 500 $\mu$ L de reagente. O homogenado foi novamente agitado e logo após, incubado por 20 em banho à 37°C. A leitura da amostra foi efetuada em espectrofotômetro, em onda de 340nm, conforme procedimento descrito por Engel e Jones (1978)

## **Análise Estatística**

A análise dos resultados obtidos foi procedida com o auxílio dos pacotes estatísticos “*STATISTICA*”, versão 7.0 e “*ORIGIN*”, versão 7.0, conforme os objetivos do estudo.

Inicialmente foram aplicados testes de normalidade (Shapiro Wilk) e homogeneidade (Levene) para identificar a característica dos dados. Por apresentarem normalidade e homogeneidade, foram adotados os métodos preconizados pela Estatística Paramétrica.

Foi aplicada a Anova one-way, seguida de post hoc Newmann Keuls, quando necessário, objetivando comparar os valores de intensidade aeróbia determinada por método não invasivo ( $V_{crit}$ ) e modelos invasivos (LM1 e 2). Por teste t-Student pareado, foi diagnosticada a semelhança ou diferença entre a concentração de LM observada por ajustes ‘lactato vs intensidade’ e ‘lactato vs tempo’.

A correlação produto-momento de Pearson foi adotada para identificar possíveis correlações entre os parâmetros aeróbios e anaeróbios identificados pelos dois protocolos de avaliações específicos ao basquetebol.

Em todos os casos, o nível de significância foi pré-fixado em 5%.

Todos os resultados estão expressos em média e  $\pm$  EPM

## **Resultados**

Na tabela 1 encontra-se os resultados obtidos pelos protocolos não invasivo (modelo de velocidade crítica) e invasivo (Lactato mínimo). Além dos resultados de lactato pico fornecidos após a realização do RAST, foi possível identificar com os seis tiros máximos de 35 metros (vai-vem 2x 17,5m), os valores relativizados para potências máxima, média, mínima e índice de fadiga dos atletas, apontados na tabela 3.

**Tabela 1.** Valores médios  $\pm$  EPM obtidos por protocolo não invasivo e invasivo. Os parâmetros estimados por teste não invasivo foram a velocidade crítica (Vcrit), a capacidade de corrida anaeróbia (CCA) e o ajuste linear para o modelo de Vcrit ( $R^2$ ). Por procedimento invasivo, foram utilizados dois ajustes polinomiais de segunda ordem: 'lactato vs intensidade' e 'lactato vs tempo', a partir dos quais foram determinados, respectivamente, as velocidades correspondentes ao lactato mínimo 1 e 2 (vLM1 e vLM2), concentrações mínimas de lactato (LM1 e LM2) e ajustes polinomial ( $R^2$ ).

PROTOCOLOS								
Não invasivo			Invasivo					
Modelo de Velocidade crítica			Ajuste lactato vs intensidade			Ajuste lactato vs tempo		
Vcrit (km/h)	CCA (m)	$R^2$	vLM1 (km/h)	LM1 (mM)	$R^2$	vLM2 (km/h)	LM2 (mM)	$R^2$
10,30	73,0	0,94	9,47*	3,14	0,91	9,80	3,20	0,85
$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
0,17	3,4	0,01	0,13	0,29	0,02	0,13	0,33	0,03

\* Diferença significativa entre Vcrit e vLM1

**Tabela2.** Valores médios  $\pm$  EPM de tempos limites em segundos respectivos as velocidades (Km/h) aplicadas no protocolo velocidade crítica.

	Tempos Limites do protocolo Velocidade Crítica			
	10,8 km/h	12,0 km/h	13,0 km/h	14,5 km/h
Média	408	182	110	69
EPM	0,63	0,20	0,12	0,03

Quando analisados os parâmetros aeróbios fornecidos pelo modelo não invasivo ( $V_{crit}$ ) e métodos invasivos, observou-se superioridade de  $V_{crit}$  (8,7%) em relação à velocidade de lactato mínimo determinada por ajuste 'lactato vs velocidade' (vLM1). Por outro lado, quando utilizado o ajuste 'lactato vs tempo', o qual considera o valor de lactato pico na análise, a Anova não revelou diferenças significantes entre  $V_{crit}$  e LM2. Em ambos os ajustes de lactato mínimo adotados, não foram observadas correlações significantes entre  $V_{crit}$  e vLM ( $r=0,23$  e  $0,01$ ).

Todos os testes não invasivos apresentaram valores de  $R^2$  superiores a 0.90, o que sugere bons ajustes para esse modelo. No que tange o sucesso observado no protocolo invasivo analisado por dois ajustes matemáticos, ambos apresentaram o mesmo percentual (83,3% dos casos).

Um dos objetivos do RAST adaptado ao basquete foi a avaliação da potência anaeróbia (tabela 2). Devido a, nesse estudo, estar também atrelado ao protocolo de lactato mínimo, o RAST foi utilizado como indutor à hiperlactacidemia. Após a aplicação desse método, as atletas apresentaram elevação das concentrações lactacidêmicas já nos minutos 1 e 3 da recuperação, sendo a moda de ocorrência do lactato pico aos 7 min, em concentração média de  $5,91 \pm 0,28\text{mM}$ .

**Tabela 3.** Valores médios  $\pm$  epm obtidos pelo RAST e expressos em valores absolutos (W) e relativos ao peso corporal (W/kg). O protocolo não invasivo determinou as potências anaeróbias máxima ( $P_{max}$ ), média ( $P_{med}$ ), mínima ( $P_{min}$ ) e índice de fadiga (IF).

PROTOCOLO NÃO INVASIVO						
Pmáx (W)	Pmáx (W/kg)	Pmed (W)	Pmed (W/kg)	Pmin (W)	Pmin (W/kg)	IF %
222,38	3,35	185,81	2,79	154,80	2,33	29,6
±	±	±	±	±	±	±
13,31	0,15	9,22	0,09	8,51	0,09	2,91

Resultados expressos em média  $\pm$  epm

Quando analisadas as correlações entre todos os parâmetros aeróbios e anaeróbios obtidos por diferentes procedimentos, apenas foram observadas algumas correlações significantes, as quais são apresentadas na tabela 4.

**Tabela 4.** Correlação entre as variáveis lactacidêmicas (lactato pico – Lac pico e concentração mínima de lactato por dois ajustes diferentes – LM1 e LM2) e potência anaeróbia mínima (Pmin), média (Pmed) e máxima (Pmax).

	Lac pico	LM 1	LM 2	Pmin	Pmed	Pmax
Lac pico	-	0,78*	0,76*	0,64	0,58	0,29
LM1	0,78*	-	0,97*	0,73*	0,63	0,40
LM 2	0,76*	0,97*	-	0,75*	0,77*	0,66*
Pmin	0,64	0,73*	0,75*	-	0,88*	0,55
Pmed	0,58	0,63	0,77*	0,88*	-	0,84*
Pmax	0,29	0,40	0,66*	0,55	0,84*	-

\*Correlação significativa ( $p \leq 0,05$ ).

## Discussão

A determinação de parâmetros capazes de predizer o desempenho físico em modalidades esportivas, incluindo o basquetebol, é fundamental para

o sucesso esportivo. Por intermédio de avaliações é possível identificar a condição fisiológica real do atleta e, conseqüentemente, acompanhar sistematicamente a evolução do indivíduo durante o processo de preparação de curto, médio e longo prazo (VERKHOSHANKY, 2001). Entretanto existem carências de métodos e técnicas que permitem avaliar variáveis fisiológicas de maneira específica e fidedigna no basquetebol, especialmente quando o gênero feminino é envolvido.

Por esse motivo, o presente estudo objetivou adaptar e analisar diferentes métodos para a determinação de parâmetros aeróbios e anaeróbios no basquetebol feminino.

A escolha dos modelos de velocidade crítica e lactato mínimo para a avaliação de basquetebolistas foi pautada em alguns motivos. No caso do modelo não invasivo 'velocidade vs  $1/t_{lim}$ ', não há a necessidade de equipamentos caros e equipe especializada em coleta de materiais biológicos, o que amplia a possibilidade de aplicação do protocolo em ambiente esportivo, além de estar bem estabelecida na literatura a elevada correlação observada entre a  $V_{crit}$  e limiar anaeróbio identificado por diversos métodos (Wakayoshi et al., 1991, Almeida et al., 2008). O modelo também é capaz de identificar um parâmetro anaeróbio (CCA), que ainda é alvo de investigação por, em alguns casos, não apresentar correlação significativa com outros índices anaeróbios (Papoti et al., 2005, Andrade, 2011). Por outro lado, a opção pelo método invasivo do lactato mínimo foi embasada reprodutibilidade do teste para detecção do fenômeno fisiológico "limiar anaeróbio" (Tegtbur et al., 2003, Ribeiro et al., 2009), sendo esse executado em apenas uma sessão.

Os resultados referentes a parâmetros aeróbios expressos na tabela 1 sugerem a possibilidade de utilização dos métodos não invasivo (modelo de velocidade crítica) e invasivo (lactato mínimo, obtido por dois ajustes matemáticos) para o basquetebol feminino, para determinação da capacidade aeróbia e anaeróbia e confiabilidade dos resultados.

Assim como outros estudos (Pringle e Jones, 2001, Housh, Housh e Bauge, 1990), na presente investigação a  $V_{crit}$  superestimou, de modo significativo, o limiar anaeróbio em aproximadamente 8,7%, quando esse foi determinado pelo protocolo convencional de lactato mínimo (ajuste 'lactato vs intensidade'). Entretanto, quando houve a utilização do ajuste 'lactato vs tempo', considerando na análise o valor de lactato pico na determinação, essa distinção entre  $V_{crit}$  e  $v_{LM2}$  foi menor (4,85%) e não significativa. Nos dois ajustes matemáticos adotados, não foram observadas correlações significantes entre  $V_{crit}$  e  $v_{LM}$  ( $r=0,23$  e  $0,01$ ). O percentual de sucesso das avaliações de lactato mínimo foi de 83,7%, sendo que, para os casos de insucesso em ambos os ajustes, esse ocorreu por conta de valores de  $R^2$ , que mesmo próximos (superiores a 0,76), foram inferiores a 0,80.

Somente foram localizados os trabalhos de Simões et al. (2005) e Andrade (2011) que relacionaram  $V_{crit}$  aos achados do lactato mínimo, analisando corredores. Simões et al. (2005) identificaram alta correlação e diferença significativa entre os parâmetros, com  $V_{crit}$  de 17,52 km/h e  $v_{LM}$  de 16,86 km/h e Andrade (2011) também obteve valores superiores de  $V_{crit}$  (12,88 km/h) em relação à  $v_{LM}$  (11,61 km/h) em atletas velocistas e meio-fundistas. Ambos os estudos sugeriram que a  $V_{crit}$  parece superestimar não só o  $L_{an}$  (McLellan e Cheug, 1992), mas também a  $v_{LM}$ . Por outro lado, a  $V_{crit}$

parece ser uma interessante ferramenta para acompanhamento das evoluções da vLM ao longo do treinamento, quando há correlação entre eles, fato que não ocorreu na presente pesquisa.

O protocolo de lactato mínimo proposto no presente estudo utilizou o teste denominado *RAST* (Zacharogiannis et al., 2004, Zagatto et al., 2009), adaptado às especificidade do basquetebol (espaço reduzido e mudança de direção) para gerar a hiperlactacidemia necessária ao método. Esse teste, em sua versão original, vem sendo utilizado quando objetiva-se a determinação de potência anaeróbia em esportes que utilizam a corrida como gesto motor principal (Araújo et al., 2008, Roseguini et al., 2008).

As potências máxima, média, mínima e o índice de fadiga, expressos na tabela 3 apresentaram valores inferiores aos apontados por Araujo et al. (2008), também estudando o basquete, mas masculino. Esses valores inferiores obtidos no presente estudo podem estar relacionados a diferentes características de gênero, especialmente pela potência expressar direta relação com os níveis de força e ainda devido à característica do teste. Araujo e seus colegas (2008) adotaram o *RAST* convencional em seu estudo (6 estímulos de 35m contínuo, com intervalo de 10s entre as corridas) o que permite aos avaliados adquirirem maiores potências, ao passo que no presente, foi utilizado o *RAST* adaptado ao basquetebol, composto por 6 estímulos de 2 corridas ‘vai-vem’ divididos em 17,5m, totalizando os mesmos 35 m, mas parcelado por conta do tamanho da quadra de basquete e tentativa de preservação da especificidade da modalidade na avaliação.

O *RAST* adaptado elevou a lactacidemia das basquetebolistas para  $5,91 \pm 0,28\text{mM}$ , que podem ser considerados viáveis para realização do teste e

posterior determinação do LM. Apesar de adequados, os valores encontrados para Lac pico no presente estudo foram menores que obtidos em outras situações, como por Zagatto et al. (2009) (15,70 mM), Santhiago et al. (2008) (11,27 mM), Andrade (2011) (8,42mM) e Ribeiro et al. (2009) (7,60mM).

A literatura ainda é controversa quando analisada a relação entre o lactato pico e os resultados do teste de lactato mínimo. No presente estudo, as concentrações de LM nos dois ajustes adotados foram baixas ( $LM1=3,14 \pm 0,29mM$  e  $LM2=3,20 \pm 0,33mM$ ) e significativamente correlacionadas com a concentração de lactato pico ( $r=0,78$  e  $0,76$ , respectivamente). Padorno et al. (2005) e Santhiago et al. (2008) sugerem que o valor de lac pico pode gerar diferentes concentrações de LM, mas não distintas intensidades (vLMs). Por outro lado, Ribeiro et al.(2009) e Carter et al. (1999), obtiveram diferenças não só da concentração mínima de lactato, mas também da vLM quando adotaram protocolos diversificados.

Outras correlações interessantes também foram observadas no presente estudo (tabela 3), especialmente entre potências anaeróbias geradas pelo RAST adaptado ao basquete. Ressalta-se ainda a não existência de correlação significativa entre a capacidade anaeróbia estimada pelo modelo não invasivo (CCA) e demais parâmetros anaeróbios obtidos pelo RAST e por lactacidemia. Esses achados corroboram com resultados de outras investigações, as quais também não obtiveram correlações significantes entre a capacidade anaeróbia determinada por modelo de potencia crítica ou variáveis deste com potência anaeróbia (Papoti et al., 2005, Andrade, 2011)

Em síntese, os resultados do presente estudo sugerem a possibilidade de determinação de parâmetros aeróbios e anaeróbios por testes invasivos e

não invasivos aplicados a basquetebolistas do gênero feminino. O modelo específico não invasivo pode ser utilizado para determinar parâmetros aeróbios e anaeróbios, entretanto, assim como ocorre em outras modalidades esportivas, a  $V_{crit}$  superestima a intensidade de LM determinada de modo tradicional. Ressalta-se também a não utilização de um pelo outro, haja vista a inexistência de correlações significantes entre  $V_{crit}$  e LM 1 e LM2.

Em opção por utilização do protocolo de lactato mínimo com indução da hiperlactacidemia por RAST adaptado ao basquetebol, o que nos parece mais preciso quando comparado ao método não invasivo, sugere-se a adoção do ajuste 'lactato vs tempo', que considera o pico lactacidêmico na análise de LM (intensidade e concentração), já que esse modelo apresenta elevado percentual de sucesso e ainda minimiza as diferenças entre resultados observados por teste de velocidade crítica.

## REFERÊNCIAS DO ARTIGO

ABDELKRIM, N; EI FAZAA, S; EI ATI, J. Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. **Bras J Sports Med.** v .41, p.69–75, 2007.

ABDELKRIM, N; CASTAGNA, C; JABRI, I; BATTIKH, EL; FAZAA, ATI J. Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. **J Strength Cond Res.** v. 24, p.2330-42, 2010.

ALMEIDA, P.A.S.; FERREIRA, G.R.; MORAIS, D.C.; BARBOSA, E.S.; CARDOSO, A.T.; ROCHA, C.C.D.; DA SILVA, S.F. Comportamento dos parâmetros de controle de treinamento aeróbio durante testes de campo. **Fit Perfor Journal.** v.7, p. 406-412, 2008.

ANDRADE, V.C. Métodos de velocidade crítica, lactato mínimo e RAST na determinação de parâmetros aeróbios e anaeróbios de corredores: análises transversais e longitudinais. **Dissertação de Mestrado** apresentada a Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, 2011.

ARAUJO,G.G.; [PAPOTI, M](#) ; [MANCHADO,F.B](#) ; MELLO,M.A.; [GOBATTO, C.A.](#) Protocols for hyperlactatemia induction in the lactate minimum test adapted to swimming rats. **Comparative Biochemistry and Physiology. A, Molecular & Integrative Physiology.** v. 148, p. 888-892. 2007

ARAÚJO, G.G; PAPOTI M.; MANCHADO F.B.; SILVA, A.S.R.; SANTHIAGO, V; GOBATTO, C.A. Running anaerobic sprint test as hyperlactatemia inductor in lactate minimum test: Comparison between basketball teams (Abstract). **Annual 55th Meeting of the American College of Sports Medicine**, Indianápolis: 2008, p.300.

CARTER, H.; JONES, A.M.; DOUST, J.H. Effect of incremental test protocol on the lactate minimum speed. **Med Sci Sports Exerc.** v.31, p 837- 45,1999.

CRISAFULLI, A.; MELIS, F.; TOCCO F.; LACONI P.; LAI ,C.; CONCU A. External mechanical work versus oxidative energy consumption ratio during a basketball field test. **J Sports Med Phys Fitness** v .42, p. 409–417,2002.

ENGEL PC.; JONES, JB. Causes and elimination of erratic blanks in enzymatic metabolite assays involving the use of NAD<sup>+</sup> in alkaline hydrazine buffers: improved conditions for the assay of L-glutamate, L-lactate, and other metabolites. **Anal Biochem** v.88 ,p.475-84.,1978

GLAISTER, M. Multiple Sprint Work: Physiological Responses, Mechanisms of Fatigue and the Influence of Aerobic Fitness. **Sports Med** v.35, p. 757-777., 2005

HECK, H.; MADER, A. Justification of the 4 mmol/l lactate threshold. **J Sports Med** v. 6, p. 117-130, 1985

HOFFMAN,JR.; TENENBAUM, G.; MARESH.; CM.; KRAEMER, WJ. Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. **J Strength Cond Res.** v.10, p.67–71,1996

HOFFMAN, JR.; EPSTEIN, S.; EINBINDER, M.; WEINSTEIN, Y. The Influence of aerobic capacity on anaerobic performance and recovery indices in basketball players. **J Strength Cond. Res** v.13, p. 407–411,1999

HOFFMAM, JR.; MARESH, CM. Physiology of basketball. In: Garrett WE Jr, Kirkendall DT, eds. **Exercise and sport science**. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins. p.733–744,2000

LAMAS, L. Especificidade do treinamento no basquetebol: fatores energéticos e neuromusculares. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte.** v. 5, p. 93-106, 2006.

LAPLAUD, D.; HUG, F.; MENIER, R. Training-induced changes in aerobic aptitudes of professional basketball players. **International journal of sports medicine.** V. 25, p.103-108,2004.

MANCHADO, F.B.; KOKUBUM, E. Validação de procedimento submáximo para a determinação dos parâmetros do modelo de potência crítica. **Dissertação de Mestrado.** Universidade Estadual Paulista de Rio Claro, 2004.

MADER, A.; HECK, H. A theory of the metabolic origin of "anaerobic threshold".**Int J Sports Med.** p. 45-65,1986

MCILNNES, SE.; CARLSON, JS.; JONES, CJ.; MCKENNA, MJ. The physiological load imposed on basketball players during competition. **J Sports Sci.** v.13, p.387-97,1995

MCLELLAN, TM.; CHEUNG, KSY. A comparative evaluation of the individual anaerobic threshold and critical power. **Med Sci Sports Exerc.** V. 24, p 543-50, 1992

MONOD, H.; SCHERRER, J. The work capacity of a synergic muscular group. **Ergonomics.** v. 8, p. 329-338, 1965.

MOREIRA, A.; DE SOUSA, M.; OLIVEIRA, P.R. Controle das reações metabólicas de basquetebolistas adultos em partidas oficiais. **Simpósio Internacional de Ciências do Esporte.** 25th, 2002.

NARAZAKI, K.; BERG, K. Bioenergetics and time-motion analysis of competitive basketball. **Med Sci Sports Exerc.** v.38, p. 238-239, 2006.

NARAZAKI, K.; BERG, K.; STERGIOU, N.; B. CHEN. Physiological demands of competitive basketball. **Scand J Med Sci Sports** v.19, p 425–432, 2009

PAPOTI, M.; ZAGATTO, A.M.; MENDES, O.C.; GOBATTO, C.A. Utilização de métodos invasivo e não invasivo na predição das performances aeróbia e anaeróbia em nadadores de nível nacional. **Revista Portuguesa de Ciências do Desport.**, v. 5, p. 7–14, 2005.

PAPOTI, M.; VITÓRIO, R.; ARAÚJO, G.G.; MARTINS, L.E.B.; CUNHA, S.A.; GOBATTO, C.A. Força crítica em nado atado para avaliação da capacidade aeróbia e predição de performances em nado livre. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano.** v.12, p.14-20, 2010.

PADORNO, E.; SIMÕES, HG.; CAMPBELL, C.S.G. Effects of methodological variations on lactate minimum identification. **Rev bras Educ Fís Esp.** v.19, p.25-33, 2005.

PRINGLE, J.S.M.; JONES, A.M. Maximal lactate steady state, critical power and EMG during cycling. **Eur J Appl Physiol.** v.88, p.214-26, 2002.

RIBEIRO LFP.; GONÇALVES, CGS.; KATER, DP.; LIMA, MCS.; GOBATTO, C.A. Influence of recovery manipulation after hyperlactemia induction on the lactate minimum intensity. **Eur J Appl Physiol.** v.2 ,p.159-65, 2009

RODRIGUEZ-ALONSO M.; FERNANDEZ-GARCIA, B.; PEREZ-LANDALUCE, J.; TERRADOS, N. Blood lactate and heart rate during national and international women's basketball. **J SportsMed Phys Fitness.** v.43, p.432–436, 2003.

ROSEGUINI, A. Z.; SILVA, A. S. R.; GOBATTO, C. A. Determinações e relações dos parâmetros anaeróbios do RAST, do limiar anaeróbio e da resposta lactacidêmica obtida no início, no intervalo e ao final de uma partida oficial de handebol. **Rev Bras Med Esporte.** v.14, p.46-50, 2008.

SANTHIAGO, V.; SILVA, A.S.R.;GUGLIELMO, LA.; HIGINO, WP. Influência da forma de indução à acidose na determinação da intensidade de lactato mínimo em corredores de longa distância. **Rev Bras Med Esporte**. v.14,p.393-98,2008.

SIMÕES,HG.; DENADAI, BS.; BALDISSERA, V.; HILL, DW.; CAMPBELL, CSG. Relationship and significance of lactate minimum, critical velocity, heart rate deflection and 3000m track-tests for running. **J Sports Med Phys Fitness**. v.45, p.441-51, 2005.

SJODIN,B; JACOBS, I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. **Int J. Sports Med**. v.2, p.23-26, 1981.

VERKHOSHANSKY, Y.V.Treinamento Desportivo- Teoria e Metodologia.Porto Alegre. **Ed Artemed**. 2001

WAKAYOSHI, K.; ILKUTA, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; HARADA, T.; MORITANII, T.; MUTOH, Y. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. **Eur J Appl Physiol**. v.64, p.153-157, 1992.

ZACHAROGIANNIS,E.; PERADISIS, G.; TZIORTZIS, S. An evaluation of tests of anaerobic power and capacity (Abstract). **Annual Meeting of the American College of Sports Medicine**. Indianapolis: p.116. 2004

ZAGATTO, A.M.; PAPOTI, M; GOBATTO, C.A. Anaerobic capacity may not be determined by critical power model in elite table tennis players. **Journal of Sports Science and Medicine**. v.7, p. 54-59, 2008

ZAGATTO,AM.; BECK, WR.; GOBATTO, CA. Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances. v.23, p.1820-27.2009.

## REFERÊNCIAS DISSERTAÇÃO

ABDELKRIM, N.; EI FAZAA, S.; EI, ATI, J. Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. **Br J Sports Med.** v.41, p.69 –75, 2007

ABDELKRIM, N.; CASTAGNA, C.; JABRI, I.; BATTIKH, EL FAZAA, S.; EL ATI J. Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. **J. Strength Cond. Res.** v. 24, p. 2330-42, 2007

ANDRADE, VC.; LEME, M.; PELLEGRINOTI, I.; CESAR, M.C.; ARAÚJO, G.G.; Relação entre parâmetros de velocidade crítica e lactato mínimo com hiperlactacidemia induzida pelo rast test, em velocistas e meio fundistas. **V Congresso brasileiro de nutrição metabolismo e exercício 2010.**

ARAÚJO, G.G.; GOBATTO, C.A.; CAMARGO, B.H.; PAPOTI, M.; MANCHADO, F.B. Rast Test como indutor de lactacidemia em protocolo de lactato mínimo específico para avaliação aeróbia e anaeróbia em atletas do alto rendimento do basquetebol. **V workshop em fisiologia do exercício UFSCAR.** 2006

ARAÚJO,G.G. Padronização do teste lactato mínimo em ratos wistar durante exercício de pura natação. **Monografia apresentada como exigência parcial para conclusão da graduação em educação física do núcleo de performance humana**, Universidade Metodista de Piracicaba, 2005

ARAÚJO,G.G.; [PAPOTI, M](#) ; [MANCHADO,F.B](#) ; MELLO,M.A.; [GOBATTO, C.A.](#) Protocols for hyperlactatemia induction in the lactate minimum test adapted to swimming rats. **Comparative Biochemistry and Physiology. A, Molecular & Integrative Physiology.** v. 148, p. 888-892, 2007

ASTRAND,PO. Principles in ergometry and their implication in sports practice. **Sports Medicine.** v.1, p.1-5,1984.

BALL - BURNET M, et al. Energy metabolism in human slow and fast twitch fibers during prolonged cycle exercise. **Journal Physiology.** v.4, p.257-267,1991

BANGSBO,J.; NORREGAARD, L.; THORSO, F. Activity profile of competition soccer. **Can J Sports Sci.** v.16, p.110-6,1991

BAR-OR, DOTAN,INBAR,O. A 30 second all-out ergometric test its reliability and validity for anaerobic capacity. **Journal medical science.** v.13,p. 326,1977

BAR-OR. The Wingate anaerobic test: An update on methodology, reliability and validity. **Sports medicine.** v.4, p.381-394, 1987

BENEKE, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state implications for performance testing. **Eur J Appl Physiology.** v.89, p.95-9, 2003

BILLAT,V.; SIRVENT,P.; PY,G: The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. **Sports Med.** p.407-426, 2003

BISHOP,D.; JENKINS,D.G. The influence of recovery duration between periods of exercise on the critical power function. **J.Appl Physiol.** v.72 ,p.115-20,1995

BROOKS, G. A. Current concepts in lactate exchange. **Med Sci Sports Exerc.** v.23, p. 895-906,1991.

CHMURA, J.; NAZAR, K.; KACIUBA.; USCILKO, H. Choice reaction time during graded exercise in relation to blood lactate and plasma catecholamine thresholds. **International journal of sports medicine**. v.15, p.172-6, 1994

CONCONI, FM.; FERRARI, PG.; ZIGLIO, P. DROGHETTIHS, P.; CODECA. Determination of the anaerobic threshold by a non invasive field test in runners. **J. Appl Physiol**. v 52, p.869- 873, 1982.

CHATAGNON, DM.; POUILLY, J.P.; THOMAS, V. Comparison between maximal power endurance relationship and maximal instantaneous power. **Eur J.of applied physiology**. v 94, p.711-717, 2005.

DE SOUSA, N.M.; MAGOSSO, RF.; PEREIRA, G.B.; LEITE, RD.; ARAKELIAN, V.M.; MONTAGNOLI, A.N.; PEREZ, S.A.; BALDISSERA, V. The measurement of lactate threshold in resistance exercise: a comparison of methods. **Clin physiol funct imaging**. v 31, p.376-81, 2011.

FERRARI, G.H. Capacidades aeróbia e anaeróbia durante um macrociclo de treinamento em ciclistas e correlação com a performance no contra relógio 15Km. **Simpósio Internacional de Ciências do Esporte**, 2010, São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. São Paulo : CELAFISCS, v. 18. p. 100-100.2010

GLADDEN, L.B. Lactate transport and exchange during exercise. In Handbook of Physiology, section 12, Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems, ed Rowell LB e Shepherd JT. p.614- 648.1996

GLAISTER, M. Multiple Sprint Work: Physiological Responses, Mechanisms of Fatigue and the Influence of Aerobic Fitness. **Sports Med**. v.35, p.757-777, 2005

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MÜCKE, S.; MÜLLER, R.; HOLLMANN, W. Justification of the 4-mmol/L lactate threshold. **Int J Sports Med**. v.6, p.117-30, 1985.

HILL, D.W. The critical power concept. **Int J Sports Med**. v.16, p. 237-254, 1993.

HOFFMAN, J.R.; MARESH, C.M. Fisiologia do Basquete, **Ciência do Exercício e dos Esportes**. ed ARTMED, 2000.

HOUSH, D.J.; HOUSH, T.J.; BAUGE, S.M.A. Methodological consideration for determination of critical power and anaerobic work capacity. **Res.Q. exercise Sport, Reslon**. v. 61, p. 406-409, 1990.

JENKINS, D.G.; QUIGLEY, B.M. The y-intercept of critical power function as a measure of anaerobic work capacity. **Ergonomics**. v.34, p.13-22, 1991.

JONES, A.M.; DOUST, JH. The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal lactate steady state. **Med Sci Sports Exerc**. V. 30, p. 1304-13, 1988.

KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. **Eur J Appl Physiol**. v. 42, p.25-34, 1979.

KOKOBUN, E.; DANIEL, J.F. Relações entre intensidades e duração das atividades em partida de basquetebol com as capacidades aeróbia e anaeróbia :estudo pelo lactato sanguíneo. **Revista paulista de Educação Física**. v.6, p.37-46, 1992

LAMAS, L. Especificidade do treinamento no basquetebol: fatores energéticos e neuromusculares. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**. v. 5, p. 93-106, 2006.

LAPLAUD, D.; HUG, F.; MENIER, R. Training-induced changes in aerobic aptitudes of professional basketball players. **International journal of sports medicine**. v.25, p.103-108, 2004.

MADER, A., LIESEN, H., HECK, H. Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit. **Sportarzt Ver Sportmed**. v.1, p.109-112, 1976.

MANCHADO, B.F.; GOBATTO, C.A. Máxima fase estável de lactato é ergômetro-dependente em modelo experimental utilizando ratos; **Rev. Bras. Med Esporte**. v.12, n.5, 2006

MANCHADO, F.B.; KOKUBUM, E Validação de procedimento submáximo para a determinação dos parâmetros do modelo de potência crítica. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual Paulista de Rio Claro, 2004.

MANCHADO, F.B.; GOBATTO, C.A. Máxima fase estável de lactato é ergômetro-dependente em modelo experimental utilizando ratos. **Rev Bras Med Esporte**. v. 12, n.5, 2006

MANCHADO, F.B.; GOBATTO, C.A. Limiar anaeróbio em corrida e natação para ratos: determinação utilizando dois métodos matemáticos. **R. da Educação Física/UEM Maringá.** v. 21, p. 245-253, 2010

MCLNNES, S.E.; CARLSON, J.S.; JONES, C.J.; MCKENNA, M.J. The physiological load imposed on basketball players during competition. **J Sports Sci.** v.13, p 387-97, 1995.

MCLELLAN, T.M.; CHEUNG, K.S.Y. A comparative evaluation of the individual anaerobic threshold and critical power. **Med Sci Sports Exerc.** v.24, p.543-550, 1992

MONOD, H.; SCHERRER, J. The work capacity of a synergic muscular group. **Ergonomics.** v. 8, p. 329-338, 1965.

MOREIRA, A; DE SOUSA, M.; OLIVEIRA, P.R. Controle das reações metabólicas de basquetebolistas adultos em partidas oficiais. **Simpósio Internacional de Ciências do Esporte,** 2002

NORTHUIS, M.; HAHVORSEN, D.K.; LEON, A.S. Blood glucose prediction of lactate threshold. **Med Sci Sports Exerc.** v.27,n.25, 1995.

PAPOTI, M.; ZAGATTO, M.A.; MENDES, O.; GOBATTO, A.C. Utilização de métodos invasivos e não invasivos na predição das performances aeróbia e anaeróbia em nadadores de nível nacional. **Revista Portuguesa de ciências do desporto.** v.5, p.7-14, 2005

PORT, K. Serum and saliva cortisol responses and blood lactate accumulation during incremental exercise testing. **International Journal of Sports Medicine.** v 15., p ,490- 494, 1991

RODRIGUEZ-ALONS, M.; FERNANDEZ-GARCIA, B.; PEREZ-LANDALUCE, J.; TERRADOS N. Blood lactate and heart rate during national and international women's basketball. **J Sports Med Phys Fitness.** v.43., p.432-436, 2003

ROSEGUINI, A. Z.; SILVA, A. S. R.; GOBATTO, C. A. Determinações e relações dos parâmetros anaeróbios do RAST, do limiar anaeróbio e da resposta lactacidêmica obtida no início, no intervalo e ao final de uma partida oficial de handebol. **Rev Bras Med Esporte.** v.14, p. 46-50, 2008

STEGMANN,H.; KINDERMANN,W. Schnabel A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. **Int. J. Sports Medicine**. v. 2 p, 160-65.1982

SIMÕES,HG.; CAMPBELL, CSG.; BALDISSERA, V.; DENADAI,BS.; KOKOBUN, E. Determinação do limiar anaeróbio por meio de dosagens glicêmicas e lactacidêmicas em testes de pista para corredores. **Rev Paul Educ Física** v 12., p .17-30,1998.

SJÖDIN, B.; JACOBS, I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. **Int J Sports Med**. v.2, p. 23-6,1981

TEGTBUR,U.; BUSSE, MW.; BRAUMANN, KM. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. **Med Sci Sports Exerc**. v. 25, p.620- 627. 1993

VIEIRA, N.A. ; TEREZANI, D. ; SCHIMDT, A. ; CESAR, M.C ; PELLEGRINOTTI, I. L.MANCHADO,F.B. Simulation race on slalom kayak: time of course, number of strokes and blood lactate concentration. In: **15th Annual Congress of the European College of Sport Science**, 2010.

VOLTARELLI, A.F.; MELLO, R.A.M.; GOBATTO,A,C.Transição metabólica e teste do lactato mínimo de quantificação do esforço em ratos:Nova proposta de quantificação do esforço.**R.da educação física/ UEM,Maringá**. v.16, p.73-78, 2005.

WASSERMAN, K.; McILROY, M.B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **Am J Cardiol**. v.14, p. 844-852, 1964.

ZACHAROGIANNIS, E.; PERADISIS G.; TZIORTZIS, S. An evaluation of tests of anaerobic power and capacity. **Med Sci Sports Exerc**. v.36, p. 116-123, 2004

ZAGATTO, AM.; BECK, WR.; GOBATTO, C.A. Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances **J Strength.Cond.Res**. v. 23,p. 1820-1827,2009

