

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO DE DESPORTOS**  
**DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

Elisa Cristina Lemos

**COMPARAÇÃO DAS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS NA  
MÁXIMA FASE ESTÁVEL DE LACTATO DETERMINADA EM  
PROTOCOLO CONTÍNUO E INTERMITENTE NA CORRIDA**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de Educação  
Física como requisito parcial para  
obtenção do grau de profissional da  
Educação Física.

Orientador: Prof Dr Luiz Guilherme  
Antonacci Guglielmo

Co-orientadora: Prof Mda Naiandra  
Dittrich

Florianópolis

2011



Elisa Cristina Lemos

**COMPARAÇÃO DAS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS NA  
MÁXIMA FASE ESTÁVEL DE LACTATO DETERMINADA EM  
PROTOCOLO CONTÍNUO E INTERMITENTE NA CORRIDA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Educação Física como requisito parcial para obtenção do grau de profissional da Educação Física.

**Banca Examinadora**

Orientador: \_\_\_\_\_

Dr Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo - UFSC

Co-orientador: \_\_\_\_\_

Mda Naiandra Dittrich - UFSC

Membro: \_\_\_\_\_

Dr Fernando Diefenthaeler - UFSC

Membro: \_\_\_\_\_

Dda Francimara Budal Arins - UFSC

Florianópolis, 2011



## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Elisabeth e Luiz pelo carinho, apoio e compreensão em todos os momentos da minha vida, mostrando a importância do estudo, determinação e dedicação.

À minha irmã, Raquel, conselheira, amiga e que está sempre comigo, seja para me ouvir, ajudar ou também ser ouvida. Ao meu irmão, Rafa, pelos finais de semana em família assistindo filmes, seriados e falando besteiras.

À minha amiga Camila, pela parceria de tanto tempo, desde a época do Colégio até hoje, me incentivando e me acompanhando nessa nova etapa. Outra pessoa a quem sou grata é a Maria Paula, considerada uma irmã a quem compartilho todas minhas aflições, experiências, medos, alegrias, etc. Às integrantes do SOS João Paulo, Mari, Gabi, Kariny e Lian. Amo todas vocês, cada uma com sua personalidade, sempre me rendendo boas risadas e muita diversão.

À minha prima Malu, pelos tantos anos de amizade e por ter me ajudado revisando meu trabalho e dando contribuições. Te adoro muito.

À melhor turma de Bacharelado em Educação Física do CDS, UFSC: 2006/2. As lembranças durante todo nosso percurso enquanto acadêmicos estão bem guardadas.

Agradeço em especial ao Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo por ter me aceitado no Laboratório de Esforço Físico (LAEF) do CDS e pela orientação no presente trabalho.

A todos os membros do LAEF, pela paciência e disposição em me ensinar e me ajudar ao longo desse um ano e meio que venho participando. Fui muito bem recebida por todos e sou grata por ter participado deste grupo de pesquisa, não só quanto conhecimento científico mas principalmente em relação à amizade de todos.

À minha co-orientadora, Mda Naiandra Dittrich, por toda paciência e disposição em me ajudar, participando de todo o processo do meu trabalho, disponibilizando material e sanando minhas dúvidas sempre. Muito obrigada!!!

Ao Ricardo Dantas de Lucas, pelo auxílio e principalmente pelas discussões e dicas em relação ao meu trabalho.

Aos professores Dr. Fernando Diefenthaler e a Dda Francimara Budal Arins por aceitarem participar da minha banca, contribuindo com meu trabalho.



## RESUMO

LEMOS, Elisa Cristina. **Comparação das respostas fisiológicas na máxima fase estável de lactato determinada em protocolo contínuo e intermitente em esteira ergométrica.** Santa Catarina, 2011. Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina.

A máxima fase estável de lactato (MLSS) tem sido freqüentemente indicada para a prescrição do treinamento aeróbio, principalmente para atletas de endurance, mostrando efeitos positivos tanto em modelo contínuo quanto intermitente. Tendo em vista que a MLSS é geralmente determinada em protocolo contínuo (MLSS<sub>con</sub>) e que a utilização desta intensidade para o treinamento intermitente pode ser subestimada, destaca-se a importância da determinação da MLSS em modelo intermitente (MLSS<sub>int</sub>). Assim, este estudo teve como objetivo comparar as respostas fisiológicas da MLSS<sub>con</sub> e MLSS<sub>int</sub>. A amostra foi composta por nove corredores treinados da cidade de Florianópolis (SC) do sexo masculino, os quais foram avaliados primeiramente por um teste incremental com cargas progressivas. Após a primeira avaliação, cada sujeito foi submetido entre dois a cinco testes de carga constante para a determinação da MLSS em ambos protocolos, com intervalo de, no mínimo, 48hs entre cada teste. Durante os testes, o consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>) e a frequência cardíaca (FC) foram mensurados. As amostras de sangue para análise das concentrações de lactato sanguíneo ([La]) foram coletadas do lóbulo da orelha. A intensidade encontrada foi de 85,1% VO<sub>2</sub>max na MLSS<sub>con</sub> 90% VO<sub>2</sub>max na MLSS<sub>int</sub>. A velocidade, [La], VO<sub>2</sub> e VE foram significativamente maiores na MLSS<sub>int</sub> (15,1 ± 0,8 vs. 14,3 ± 0,7 km.h<sup>-1</sup>; 5,29 ± 1,84 mmol.L<sup>-1</sup> vs. 4,34 ± 1,11mmol.L<sup>-1</sup>; 62,25 ± 4,93 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> vs. 58,88 ± 5,25 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>; 105,86 ± 20,72 L.min<sup>-1</sup> vs. 97,17 ± 17,37 L.min<sup>-1</sup>). O quociente respiratório (R) e a FC não apresentaram diferença significativa entre a MLSS<sub>con</sub> e MLSS<sub>int</sub> (0,89 ± 0,03 vs. 0,92 ± 0,07; 165,5 ± 8,3 vs. 168,1 ± 8,79 bpm). Em ambos os protocolos, a FC aumentou gradativamente ao longo do tempo (p<0,05) e a VE foi maior no final do teste em relação ao 5º e ao 10º minuto (p<0,05). O VO<sub>2</sub> e o R não apresentaram diferença significativa ao longo do tempo. Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que a intensidade da MLSS<sub>int</sub> é maior que a MLSS<sub>con</sub>. Ainda, a MLSS em ambos os modelos não apresentou ser uma intensidade na qual há estabilidade fisiológica.

**Palavras-chave:** Máxima fase estável de lactato, exercício intermitente, corrida



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1a** – Comportamento do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) durante o teste na Mlss em protocolo contínuo e intermitente .....41
- Figura 1b** – Comportamento da frequência cardíaca (FC) durante o teste na MLSS em protocolo contínuo e intermitente..... 41
- Figura 1c** – Comportamento da ventilação (VE) durante o teste na MLSS em protocolo contínuo e intermitente .....42
- Figura 1d** – Comportamento do quociente respiratório (R) durante o teste na MLSS em protocolo contínuo e intermitente .....42



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Valores descritivos referentes às características dos atletas do estudo.....	33
<b>Tabela 2</b> - Valores médios $\pm$ DP das variáveis fisiológicas determinadas no teste incremental .....	39
<b>Tabela 3</b> – Valores médios $\pm$ dp e diferença (em percentual) das variáveis fisiológicas determinadas na mlss em protocolo contínuo (MLSS <sub>cont</sub> ) e intermitente (MLSS <sub>int</sub> ) .....	40
<b>Tabela 4</b> – Percentual das variáveis da MLSS <sub>con</sub> e MLSS <sub>int</sub> em relação à intensidade máxima obtida em teste incremental.....	40



## **LISTA DE ANEXOS**

<b>Anexo 1</b> - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do projeto de pesquisa para análise pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos.....	59
<b>Anexo 2</b> – Termo de Consentimento.....	63



## LISTA DE ABREVIATURAS

**ATP** - adenosina trifosfato

**CO<sub>2</sub>** - dióxido de carbono

**CP** – creatina fosfato

**CV** - coeficiente de variação

**DP** - desvio padrão

**EC** - economia de corrida

**FC** - frequência cardíaca

**MLSS** - *maximal lactate steady state* (máxima fase estável de lactato)

**MLSS<sub>con</sub>** – máxima fase estável de lactato determinada em protocolo contínuo

**MLSS<sub>int</sub>** – máxima fase estável de lactato determinada em protocolo intermitente

**OBLA** - *onset of blood lactate accumulation* (início do acúmulo de lactato no sangue)

**R** – quociente respiratório

**TTE** - tempo de exaustão

**VE** - ventilação

**VO<sub>2</sub>** - consumo de oxigênio

**VO<sub>2</sub>max** - consumo máximo de oxigênio

**vMLSS** - velocidade correspondente a MLSS

**vOBLA** - velocidade correspondente ao OBLA

**vVO<sub>2</sub>max** - velocidade correspondente ao VO<sub>2</sub>max



# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>19</b>
1.1	SITUAÇÃO PROBLEMA.....	19
1.2	OBJETIVO GERAL .....	20
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
1.4	HIPÓTESES .....	21
1.5	JUSTIFICATIVA .....	21
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>23</b>
2.1	FATORES DETERMINANTES DA <i>PERFORMANCE</i> DA CORRIDA DE LONGA DURAÇÃO .....	23
2.2	MÁXIMA FASE ESTÁVEL DE LACTATO .....	25
2.3	EXERCÍCIO CONTÍNUO E INTERMITENTE .....	28
2.3.1	<i>Respostas agudas do exercício intermitente</i> .....	29
2.3.2	<i>Respostas crônicas do exercício intermitente</i> .....	30
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>33</b>
3.1	MODELO DE ESTUDO .....	33
3.2	SUJEITOS DO ESTUDO .....	33
3.3	INSTRUMENTOS DE MEDIDA .....	34
3.3.1	<i>Obtenção das variáveis antropométricas</i> .....	34
3.3.2	<i>Obtenção das variáveis fisiológicas</i> .....	34
3.4	COLETA DE DADOS.....	35
3.4.1	<i>Avaliação antropométrica (Avaliação 1)</i> .....	35

3.4.2	<i>Protocolo de determinação do <math>VO_2max</math>, da <math>vVO_2max</math> e do <math>vOBLA</math> (Avaliação 2)</i> .....	36
3.4.3	<i>Protocolo para determinação da <math>MLSS_{con}</math> e <math>MLSS_{int}</math> (Avaliação 3)</i> .....	36
3.5	TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	37
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>39</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>49</b>
	<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>51</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Situação problema

Vários estudos têm procurado determinar os índices fisiológicos capazes de prever a performance aeróbia e que, também, possam ser utilizadas como referência para prescrição e controle dos efeitos do treinamento (BRANDON, BOILEAU, 1987; BRANDON, 1995; DENADAI, 1995; DENADAI et al., 2004).

Tradicionalmente, os índices associados à resposta do lactato sanguíneo durante o exercício submáximo que incluem o limiar de lactato (LL), o *onset of blood lactate accumulation* (OBLA) e a intensidade referente à máxima fase estável de lactato (MLSS) tem sido amplamente utilizados como referência para a prescrição da intensidade do treinamento de endurance (DENADAI, 1995; DENADAI et al., 2004; HECK et al., 1985; BENEKE, 2003).

Entretanto, alguns pesquisadores têm mostrado que valores fixos de lactato podem subestimar ou superestimar a capacidade aeróbia dos atletas, sugerindo a utilização de métodos que permitem a determinação direta da MLSS (DENADAI, 1995; DENADAI et al., 2004; HECK et al., 1985; BENEKE, 2003).

A MLSS pode ser definida como a mais alta concentração de lactato sanguíneo em que há um máximo equilíbrio entre liberação e remoção durante o exercício prolongado (30min) com cargas constantes (BENEKE, 2003). Além disso, esta intensidade tem sido considerada o limite superior no qual ainda ocorre estabilidade nas respostas metabólicas e nas trocas gasosas pulmonares (BENEKE, 1995; JONES; DOUST, 1998).

O exercício contínuo e intermitente de longa duração (> ou 30 minutos) tem sido indicado freqüentemente para treinamento em atletas (nadadores, ciclistas, corredores e triatletas) como uma estratégia para o aprimoramento da performance de *endurance*.

O exercício intermitente envolve cargas longas e repetidas de exercício de alta intensidade (igual ou superior à MLSS) intercaladas com períodos recuperação passiva ou ativa, que possibilitam a realização de durações proporcionalmente mais longas de atividade na mesma carga absoluta, ou durações similares com cargas mais elevadas (DE LUCAS et al., 2009).

No entanto, é importante salientar que a intensidade referente a MLSS geralmente é determinada por meio de protocolos contínuos e de

longa duração. Porém, em muitas modalidades, a prescrição do treinamento aeróbio é realizada de forma intermitente, sendo neste caso, necessária a realização de ajustes na intensidade. (WELTMAN et al., 1992, BILLAT et al., 2004, PHILP et al., 2008)

Alguns estudos têm mostrado que a intensidade da MLSS (corrida e ciclismo) foi ligeiramente maior (de 6,5 a 14%) no modelo intermitente que no contínuo (DE LUCAS; DENADAI; GRECO, 2009). Além disso, esta intensidade também é influenciada pela duração do intervalo de recuperação, na qual, quanto maior o tempo de recuperação entre cada estímulo, maior será a intensidade referente à MLSS (BENEKE et al, 2003).

Assim, a transferência direta de dados obtidos de forma contínua para a execução de exercícios intermitentes pode subestimar a intensidade de esforço que pode ser sustentada

Por estes motivos, a prescrição do treinamento intermitente na intensidade referente a MLSS deve ser realizado com cautela quando esta for determinada de forma contínua, visto que o estímulo apropriado de treinamento (intensidade e volume) tem que ser baseado na capacidade individual de cada atleta a fim de evitar o treinamento inadequado e o *overtraining* (DENADAI, 2000).

Desta forma, formulou-se o seguinte problema de pesquisa: A MLSS, determinada em protocolo intermitente possui respostas fisiológicas diferentes do protocolo contínuo?

## 1.2 Objetivo Geral

Comparar as respostas fisiológicas nas intensidades da máxima fase estável de lactato (MLSS) no modelo contínuo (MLSS<sub>con</sub>) e no modelo intermitente (MLSS<sub>int</sub>).

## 1.3 Objetivos Específicos

Identificar os índices fisiológicos: consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>max), frequência cardíaca máxima (FCmax), velocidade referente ao VO<sub>2</sub>max (vVO<sub>2</sub>max) e velocidade referente ao OBLA (vOBLA) no teste incremental em esteira;

Determinar e comparar a velocidade da MLSS em protocolo contínuo (MLSS<sub>con</sub>) e intermitente (MLSS<sub>int</sub>) na corrida;

Verificar e comparar o comportamento das respostas fisiológicas: concentração de lactato sanguíneo ([La]), quociente respiratório (R),

ventilação (VE), consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) e frequência cardíaca (FC) na  $MLSS_{con}$  e  $MLSS_{int}$

#### 1.4 Hipóteses

H1: A intensidade da MLSS em modelo intermitente é maior que em modelo contínuo ( $\%VO_{2max}$ ,  $\%FC_{max}$ ,  $\%vVO_{2max}$ )

H2: A velocidade da  $MLSS_{int}$  é maior que a velocidade da  $MLSS_{con}$ ;

H3: As variáveis fisiológicas ( $VO_2$ , VE, [La] e FC) possuem valores maiores na  $MLSS_{int}$  do que na  $MLSS_{con}$ .

H4: As variáveis fisiológicas ( $VO_2$ , VE, [La] e FC) possuem comportamento diferente em protocolo intermitente em relação ao contínuo.

#### 1.5 Justificativa

A velocidade ou potência correspondente à MLSS é considerada uma intensidade eficiente para o treinamento de atletas de endurance (BILLAT et al, 2000; HALSON et al, 2002; BENEKE et al, 2003), visto que a MLSS está associada com a *performance* em eventos com duração entre 30 e 60 minutos em vários esportes (BILLAT et al, 2003; LAPLAUD, 2006). Além disso, a utilização da MLSS como intensidade de treinamento tem apresentado efeitos positivos para a performance da corrida em atletas (WELTMAN et al, 1992; BILLAT et al, 2004; PHILP et al, 2008).

Os programas de treinamento intervalado de longa duração com estímulos entre 1 e 8 minutos e intensidade equivalente entre 90 e 100%  $vVO_{2max}$ , têm apresentado eficiência para melhorar o  $VO_{2max}$  e a performance de corredores de média distância (BILLAT, 2001). Embora nas duas últimas décadas o interesse pelo treinamento intervalado de alta intensidade (máximo e supramáximo) tenha sido o maior alvo das pesquisas na área do treinamento esportivo, recentemente tem-se aumentado o foco das pesquisas sobre a intensidade submáxima de treinamento intervalado, especificamente relacionada à máxima fase estável de lactato (MLSS) (DE LUCAS; DENADAI; GRECO, 2009; GROSSL, 2010).

Entretanto, a aplicação de um treinamento intermitente utilizando a MLSS determinada de forma tradicional pode subestimar a intensidade do exercício. Portanto, é importante que se determine a MLSS de maneira intermitente, para que se possa aplicar a carga e o volume adequados ao exercício intervalado, proporcionando estímulos necessários ao atleta e, conseqüentemente, a melhora da performance aeróbia.

Há poucos estudos que tenham determinado a MLSS de forma intermitente e comparado suas respostas fisiológicas com as encontradas em protocolo contínuo na corrida.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Fatores determinantes da *performance* da corrida de longa duração

A compreensão dos mecanismos que influenciam o desempenho aeróbio é fundamental para que se possa realizar um treinamento adequado e que procure atingir o objetivo esperado.

Dentre as variáveis fisiológicas relacionadas ao desempenho aeróbio de longa duração, destacam-se: o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2max$ ), a resposta do Lactato sanguíneo ao exercício, a Economia de Corrida (EC) e a velocidade correspondente ao  $VO_2max$  ( $vVO_2max$ ), (REUTER; HAGERMAN; 2008; CAPUTO et al, 2009).

O consumo máximo de oxigênio ( $VO_2max$ ), é definido como uma medida da quantidade máxima de energia que pode ser produzida pelo metabolismo aeróbio por uma determinada unidade de tempo (DENADAI et al, 2000). Uma alta correlação tem sido apresentada entre o  $VO_2max$  e o desempenho em atividades de endurance aeróbia (REUTER; HAGERMAN, 2008), sendo que atletas campeões de *endurance* de média e longa duração apresentam valores de  $VO_2max$  entre 70 e 85ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> (JOYNER;COYLE, 2008).

Apesar desta variável estar relacionada com a *performance* de endurance, ela apresenta limitações em função de fatores centrais do organismo como, capacidade de difusão pulmonar, débito cardíaco máximo e capacidade de transporte de oxigênio do sangue, que desta forma impedem que haja um aumento contínuo no  $VO_2max$ , (BASSET et al, 2000; DENADAI, 2000).

Além disso, indivíduos com valores similares de  $VO_2max$  podem apresentar diferenças na *performance* (ALLEN et al., 1985; NOAKES, 2008). Sendo assim, não é possível afirmar que a potência aeróbia máxima pode, isoladamente, predizer o desempenho de atletas de corrida de longa duração, necessitando a utilização de outros índices relacionados a esta *performance*.

Outro fator associado à *performance* de corrida de longa duração e associado ao  $VO_2max$  é a Economia de Corrida (EC). Este indicador fisiológico está relacionado ao custo de oxigênio para uma dada velocidade submáxima e pode variar em até 15%, mesmo entre corredores bem treinados (DENADAI et al, 2004). Segundo Basset e

Howley (2000) este termo é utilizado para expressar o consumo de oxigênio ( $\text{VO}_2$ ) necessário para correr a uma determinada velocidade submáxima. Esta variável pode ser demonstrada através de um gráfico  $\text{VO}_2$  ( $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) versus velocidade de corrida ( $\text{m.min}^{-1}$ ).

Assim, à medida em que o atleta é capaz de utilizar oxigênio de maneira mais eficiente para uma mesma intensidade, mais econômico será e, conseqüentemente, melhor será sua performance em eventos de endurance (MORGAN; CRAIB, 1992; BRANDON, 1995; DENADAI, 1996).

Ou seja, um indivíduo altamente econômico apresenta um menor gasto energético em uma determinada intensidade, conseguindo atingir uma maior velocidade em determinada distância ou um maior tempo em uma velocidade constante (GUGLIELMO; GRECO; DENADAI, 2009; GROSSL, 2010).

Morgan et al (1995) compararam o consumo de oxigênio mínimo, médio e máximo entre quatro diferentes categorias: corredores de elite (Categoria 1), corredores de subelite (categoria 2), corredores treinados (Categoria 3) e sujeitos não treinados (categoria 4). Os autores encontraram que o grupo de corredores de elite apresentaram melhor economia de corrida do que os outros grupos de corredores e que todos os grupos eram mais econômicos que os sujeitos não treinados.

Daniels et al (1984) apresentaram uma das melhores descrições de como o  $\text{VO}_2\text{max}$  e a economia de corrida interagem para afetar a velocidade de corrida, descrita como velocidade referente ao  $\text{VO}_2\text{max}$  ( $v\text{VO}_2\text{max}$ ). A  $v\text{VO}_2\text{max}$  é a velocidade mínima na qual o indivíduo consegue atingir o  $\text{VO}_2\text{max}$ , e ela pode variar entre indivíduos com valores similares de  $\text{VO}_2\text{max}$  (DENADAI et al, 2004), podendo explicar a variação da performance na corrida em indivíduos com mesmos valores de  $\text{VO}_2\text{max}$ .

Em virtude da limitação do consumo máximo de oxigênio, surgiram novos estudos que demonstraram a importância da resposta do lactato sanguíneo ao exercício. Este índice fisiológico tem sido associado à *performance* em eventos de predominância aeróbia, mostrando ser mais sensível aos efeitos de treinamento quando comparado ao  $\text{VO}_2\text{max}$ . Pois, mesmo em grupos de atletas bem treinados com valores similares de  $\text{VO}_2\text{max}$ , a resposta do lactato tem apresentado alta relação com o desempenho aeróbio (DENADAI, 1999; GRECO, 2003).

Com o objetivo de verificar quais índices melhor se relacionam com a *performance* de eventos aeróbios, Denadai et al (2004) encontraram que o *Onset of Blood Lactate* (OBLA) foi o melhor

preditor, explicando 50% da variação na corrida de 5km enquanto que Nicholson e Sleivert (2009) encontraram uma alta correlação com a velocidade realizada na corrida de 10km.

Dessa forma, de acordo com esses estudos percebe-se que o OBLA tem uma participação importante em eventos de longa duração, porém deve-se tomar cuidado quanto à terminologia e identificação deste índice, pois há uma grande divergência entre os pesquisadores e suas determinações quanto ao OBLA (DENADAI et al, 2000).

Além do OBLA, a máxima fase estável de lactato (MLSS) também está relacionada com a performance de endurance aeróbia sendo reconhecida como a melhor preditora da capacidade aeróbia e classificada como padrão-ouro para sua mensuração (BILLAT et al. 2003). Esta variável é definida como a maior intensidade de exercício na qual o lactato produzido e liberado pelos músculos para a corrente sanguínea é semelhante à taxa na qual ele é removido do sangue, havendo assim um equilíbrio na concentração de lactato ([La]) ao longo do exercício (CAPUTO et al, 2009).

Com isto, percebe-se a importância da identificação das variáveis relacionadas à *performance* de *endurance* da corrida para a predição do desempenho, a prescrição do treinamento e o acompanhamento longitudinal dos efeitos do treinamento, auxiliando os profissionais que trabalham nessa área.

## 2.2 Máxima fase estável de lactato

A partir da descoberta da formação de lactato durante o exercício, demonstrado por Fletcher e Hopkins (1907) muita atenção tem sido dada aos prováveis mecanismos que controlam e determinam a produção e remoção de lactato.

Alguns estudos mais recentes têm mostrado que o  $VO_2\text{max}$  não é melhor discriminador da performance em eventos de predominância aeróbia, dessa forma maior atenção tem sido dada as [La] sanguíneo, pois este índice parece ser mais sensível aos efeitos do treinamento que o  $VO_2\text{max}$ . Mesmo em grupos de atletas altamente treinados, com valores similares de  $VO_2\text{max}$ , a resposta do lactato sanguíneo é altamente relacionada com o desempenho aeróbio (DENADAI, 1999; GRECO, 2003).

Os índices associados à resposta do lactato sanguíneo ao exercício possuem diferentes terminologias e são determinados e identificados por diferentes critérios. Dentre esses, o Limiar de Lactato (LL), o OBLA (*Onset of Blood Lactate Accumulation*) e a Máxima Fase Estável de Lactato (MLSS) se destacam.

O Limiar de lactato (LL) é uma intensidade na qual ocorre o primeiro aumento da concentração de lactato sanguíneo em relação aos valores de repouso. Nesta intensidade, a concentração de lactato é menor ou próxima de  $2\text{mmol.L}^{-1}$ , equivalendo a uma intensidade entre 40 e 80% do  $\text{VO}_2\text{max}$ , dependendo do nível de aptidão aeróbia do indivíduo (CAPUTO et al, 2009). Este índice é considerado o limite inferior mínimo para que ocorra melhora na capacidade aeróbia (KINDERMAN et al, 1979).

Já o OBLA é considerado limite superior onde ocorre o equilíbrio entre produção e remoção de lactato (DENADAI, 1999), também considerado importante para a capacidade aeróbia. Acima desta intensidade ocorre o acúmulo de lactato sanguíneo e, portanto, é um índice que está associado à MLSS. Apesar desta associação e do fato de a intensidade do OBLA geralmente se encontrar em uma  $[\text{La}]$  próxima à MLSS (BILLAT et al, 2003a), ambos os índices fisiológicos são determinados de maneiras diferentes.

Considera-se a intensidade referente ao OBLA, aquela em que se encontra em concentração fixa de lactato sanguíneo de  $3,5\text{mmol.L}^{-1}$  ou  $4\text{mmol.L}^{-1}$ , de acordo com o protocolo de teste de carga progressiva utilizado (aumentos progressivos a cada 3 ou 5 min, respectivamente).

Em contrapartida, Heck et al. (1985) propuseram um critério que considera a MLSS aquela intensidade na qual não há uma variação maior do que  $1\text{mmol.L}^{-1}$  na  $[\text{La}]$  obtida entre o 10º e o 30º min. Sendo que, para a determinação desta intensidade, o atleta deve realizar de 3 a 5 testes de carga constante, em diferentes dias, com 30 min de duração cada teste (FIGUEIRA et al., 2008). Há uma grande variação na  $[\text{La}]$  referente à MLSS (de 2 a  $7\text{mmol.L}^{-1}$ ), de acordo com o modo de exercício, a quantidade de massa muscular envolvida e o nível de treinamento (BILLAT et al, 2003a).

Portanto, o OBLA e a MLSS não podem ser considerados como sendo uma mesma intensidade, porém, pode-se utilizar a intensidade referente ao OBLA para prever a MLSS.

A MLSS é considerada o índice fisiológico padrão ouro para a determinação da capacidade aeróbia, porém a sua avaliação requer a aplicação de vários testes, fato que acaba por muitas vezes dificultando a participação de atletas. Dessa forma, por razões práticas, para predição

dessa intensidade são utilizados protocolos com cargas triangulares de curta duração que podem ser invasivos, (HECK et al, 1985; FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009)

Alguns autores acreditam que a MLSS seja considerada uma intensidade interessante para a prescrição de treinamento de endurance, visto que acima deste limite, pode resultar em um treinamento inadequado levando ao over-training e over-reaching (HALSON et al, 2002; BENEKE et al, 2003). Portanto, é importante a determinação adequada da MLSS para a avaliação e prescrição de treinamento em atletas afim de aplicar a intensidade de treinamento corretamente, e conseqüentemente proporcionar melhoras à performance do atleta.

Esta variável parece indicar uma intensidade de exercício acima do qual a taxa de glicose excede a taxa de utilização do piruvato mitocondrial, causando uma formação de lactato (BENEKE; VON DUVILLARD, 1996; HECK et al, 1985; MADER e HECK, 1986).

Além disso, a MLSS pode discriminar qualitativamente entre intensidade de exercício sustentável, na qual o trabalho contínuo é limitado pelo estoque de energia e intensidade de exercício que tem que ser terminado devido ao distúrbio da homeostase celular. Além disso, ela representa uma medida quantitativa útil do comportamento da [La] sanguínea relacionado ao exercício (BENEKE et al, 2001; BENEKE, 2003a).

Com o intuito de verificar os efeitos de treinamento na intensidade da MLSS, Billat et al (2004) utilizaram a velocidade referente à MLSS (vMLSS) como intensidade de treinamento em 11 corredores de longa-distância do sexo masculino. O treino consistiu em 2 sessões semanais, sendo uma a 70% da vMLSS, realizado em 3 séries de 10 min e a outra na intensidade da vMLSS, realizado em 2 séries de 15 minutos. Após 12 sessões de treinamento, verificou-se um aumento significativo da vMLSS de  $13,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} (\pm 1,5)$  para  $15,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} (\pm 1,6)$ , aumentou-se também o tempo de sustentação e a distância da corrida na vMLSS.

A utilização da MLSS como intensidade de treinamento para melhorar a capacidade aeróbia apresenta-se como um modelo eficaz (WELTMAN et al, 1992, BILLAT et al., 2004, PHILP et al., 2008), sendo que esta é usada tanto para a prescrição de treinamento contínuo quanto intervalado.

Philp et al (2008) também utilizaram a vMLSS para a prescrição de treinamento em corredores moderadamente treinados (12 homens e 2 mulheres) em dois grupos, um no modelo de treinamento contínuo e outro no modelo intermitente. Após 16 sessões de treinamento, ambos

os grupos apresentaram aumento na  $vMLSS$ , na velocidade de corrida referente ao OBLA e também no  $VO_{2max}$ . De acordo com os autores, estes resultados demonstraram efeitos positivos de ambos os métodos de treinamento nos aspectos máximos e submáximos, mostrando a relevância da intensidade da MLSS para a prescrição de treinamento.

### 2.3 Exercício contínuo e intermitente

Para um treinamento eficaz e eficiente de *endurance* aeróbia, é necessário uma prescrição de exercício individual desenvolvida especificamente para o atleta (REUTER; HAGERMAN, 2008). Ainda, é importante a manipulação de diferentes métodos de treinamento, a fim de oferecer diferentes estímulos e conseqüentemente, melhoras no desempenho.

Além do exercício contínuo, o intermitente tem sido muito utilizado para a prescrição de treinamento aeróbio (GROSSL, 2010). Entretanto, é necessário a aplicação adequada da intensidade e volume dos exercícios levando em consideração os intervalos de recuperação entre cada estímulo, bem como o volume total do exercício proposto para evitar a sobrecarga.

O exercício contínuo envolve a aplicação de uma intensidade (velocidade) constante e é caracterizado pelo predomínio do volume sobre a intensidade. Este método propicia basicamente o desenvolvimento da capacidade aeróbia (DANTAS, 1998).

Por outro lado, o exercício intermitente envolve séries de estímulos mais curtos e de intensidade maiores revezados com períodos de recuperação (BILLAT, 2001a). O estímulo bem como o tempo do intervalo devem ser considerados, de acordo com a intensidade trabalhada e sua conseqüente demanda energética nas séries de esforço (DANTAS, 1998). A recuperação entre os estímulos pode ser ativa ou passiva e a utilização de um destes métodos varia conforme a intensidade e duração nos períodos de esforço.

Os intervalos de recuperação entre cada estímulo influenciam na intensidade absoluta do exercício, pois a duração destes intervalos pode ser suficiente ou não em relação à recuperação necessária para cada estímulo. No caso de intervalos insuficientes, a intensidade absoluta do exercício pode ser maior ao inicialmente proposto, devido ao acúmulo das respostas metabólicas.

De um modo geral, o treinamento intervalado se baseia no modo de exercício intermitente, ou seja, a realização de sucessivos períodos de exercício alternados com intervalos de recuperação, sem razão fixa entre a duração e intensidade da atividade e da recuperação (DE LUCAS et al., 2009). Adicionalmente, é considerado uma estratégia para aumentar a intensidade dos treinos de longa duração (SEILER; HETLELID, 2005; PHILP et al., 2008), proporcionando melhoras na performance de endurance aeróbia.

Tendo em vista a utilização do exercício intermitente como método de treinamento, é importante compreender as respostas agudas e crônicas deste modelo afim de determinar e aplicar a intensidade corretamente, proporcionando um treino eficaz.

### *2.3.1 Respostas agudas do exercício intermitente*

Com o intuito de examinar os efeitos de diferentes durações na relação esforço:pausa, Price e Halabi (2005) realizaram um estudo em 8 homens recreacionalmente ativos. O estudo envolveu 40 min de exercício intermitente na esteira, envolvendo sprints repetidos a 120% da  $v\text{VO}_2\text{max}$  com recuperação passiva entre cada sprint. Foram realizadas 3 intervenções com diferentes durações de esforço:pausa tendo em vista a razão desta relação considerada fixa (1:1,5). Todos os participantes realizaram os 3 testes em dias diferentes. As durações foram classificadas como curtas (6:9s), médias (12:18s) e longas (24:36s) e foi encontrado que a  $[\text{La}]$  sanguíneo nos 10 primeiros minutos foi maior na duração longa ( $4,5 \pm 1,3 \text{ mmol.L}^{-1}$ ) e média ( $5,2 \pm 0,9 \text{ mmol.L}^{-1}$ ) do que na curta ( $6,1 \pm 0,8 \text{ mmol.L}^{-1}$ ). O consumo de oxigênio e a utilização de carboidrato foram maiores no exercício intermitente de durações longas ( $68,4 \pm 9,3\% \text{ VO}_2\text{max}$ ;  $87 \pm 11\%$ ) em relação ao de durações médias ( $59,0 \pm 8,4 \text{ VO}_2\text{max}$ ;  $73 \pm 8\%$ ) curtas ( $54,9 \pm 8,1\% \text{ VO}_2\text{max}$ ;  $73 \pm 3\%$ ) durante os 40 min de exercício.

Alguns estudos têm investigado as respostas fisiológicas no exercício contínuo e intermitente e têm encontrado que para uma mesma intensidade de exercício, o  $\text{VO}_2$ , a FC e a  $[\text{La}]$  apresentaram valores menores quando realizado de forma intermitente em comparação ao exercício realizado de forma contínua (ASTRAND et al, 1960; CRISTENSEN et al, 1960; SALTIN et al, 1976; ESSEN, 1978; MIDGLEY et al, 2007;), mesmo em indivíduos mais velhos (MORRIS et al, 2003).

Com o objetivo de determinar se as interrupções de teste em exercício de carga constante influenciam a [La] sanguíneo na MLSS, Beneke et al (2003) realizaram um estudo utilizando a vMLSS no ciclismo com duração de 30 min. Para a comparação, 3 testes foram aplicados, um sem intervalo, um com 30s de intervalo e outro com 90s de intervalo a cada 5 min de exercício. Além disso, os autores também verificaram o comportamento da MLSS para os três protocolos intermitentes citados anteriormente.

Para o exercício realizado com carga constante, os autores encontraram que a [La] sanguíneo após 30min de exercício foi maior quando realizado de forma contínua ( $6,0 \pm 1,3 \text{ mmol.L}^{-1}$  em comparação ao realizado com intervalo de 30s ( $4,9 \pm 1,4 \text{ mmol.L}^{-1}$ ) ou 90s ( $4,5 \pm 1,1 \text{ mmol.L}^{-1}$ ). Em relação ao comportamento da MLSS, os autores também verificaram que tanto a carga de trabalho quanto a intensidade relativa foram menores quando não houve intervalo. Além disso, encontraram que, o intervalo de 90s apresentou maior valor de carga de trabalho e da intensidade relativa referente à MLSS, quando comparado com as outras durações de intervalo.

Sendo assim, a MLSS é atingida a uma maior intensidade quando o indivíduo realiza a atividade de forma intervalada comparada à contínua. Além disso, a duração do intervalo de recuperação está relacionada com a intensidade e a carga de trabalho do exercício, na qual, quanto maior a duração da recuperação, maior será a intensidade que pode ser realizada durante o estímulo.

Portanto, quando realizado de maneira intervalada, o treinamento pode envolver maior intensidade quando comparado ao contínuo, proporcionando maiores estímulos e com isto, melhora na *performance* da capacidade e potência aeróbia.

### 2.3.2 Respostas crônicas do exercício intermitente

O treinamento intervalado é importante, pois aumenta a produção de La, sendo que os intervalos de recuperação são importantes para estimular a remoção de La (BILLAT, 2001b).

Philp et al (2008) realizaram um estudo com 14 corredores (12 homens e 2 mulheres) moderadamente treinados, na qual compararam as respostas fisiológicas no treinamento contínuo e intermitente utilizando a vMLSS como intensidade de treinamento. O treinamento consistiu em 2 sessões semanais, sendo dividido em 2 grupos de treino, grupo intermitente (INT) e contínuo (CONT). Para o CONT, a intensidade foi

realizada na vMLSS, enquanto que para o INT, foram realizadas repetições de 3 min a  $0,5\text{km.h}^{-1}$  acima da vMLSS com intervalos de mesma duração  $0,5\text{km.h}^{-1}$  abaixo da vMLSS, de maneira intervalada. Após 8 semanas de treinamento, os autores encontraram um aumento na vMLSS de 8% (de  $12,3 \pm 1,5 \text{ km.h}^{-1}$  para  $13,4 \pm 1,6 \text{ km.h}^{-1}$ ) no grupo contínuo e de 5% (de  $12,2 \pm 1,9 \text{ km.h}^{-1}$  para  $12,9 \pm 1,9 \text{ km.h}^{-1}$ ) no intermitente, porém não houve diferença significativa entre os grupos. Ainda, houve aumento na velocidade de corrida referente ao OBLA de 7% e 9% e também no  $\text{VO}_2\text{max}$  de 10% (de  $49,6 \pm 4,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  para  $54,9 \pm 9,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) no grupo contínuo e 6% (de  $52,5 \pm 9,4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  para  $56,1 \pm 7,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) no intermitente. De acordo com os autores, estes resultados demonstraram efeitos positivos de ambos os métodos de treinamento nos aspectos máximos e submáximos da performance de endurance.

Entretanto, observa-se que houve um aumento maior na vMLSS quando realizado o treinamento de forma contínua em comparação ao intermitente. Estes resultados podem ser atribuídos ao fato de a intensidade utilizada para ambos os modelos de treinamento foi a vMLSS determinada a partir do protocolo contínuo. De acordo com o estudo de Beneke et al (2003) e De Lucas; Denadai; Greco (2009), a intensidade da MLSS (velocidade ou potência) é maior quando determinada de forma intermitente. Logo, a intensidade utilizada para o treinamento intermitente pode ter sido subestimada.

Por isso a prescrição do treinamento intervalado na MLSS deve ser feita com cautela quando esta for determinada de forma contínua, pois, um estímulo apropriado de treinamento (intensidade e volume) tem que ser baseado na capacidade individual de cada atleta a fim de evitar o treinamento inadequado e o *overtraining* (DENADAI, 2000).



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Modelo de estudo

O presente estudo pode ser classificado quanto à abordagem do problema, como uma pesquisa quantitativa, visto que considera que os dados foram quantificados para serem classificados e analisados. Quanto aos objetivos propostos, a pesquisa caracteriza-se como sendo descritiva, pois se trata de uma pesquisa que tem como delineamento básico coletar dados sobre duas ou mais variáveis nos mesmos sujeitos e explorar as associações existentes entre elas (THOMAS; NELSON, 2002). Já, em relação aos procedimentos técnicos a presente pesquisa classifica-se como empírica.

Os dados do presente estudo são secundários, oriundos da pesquisa “Comparação de protocolos contínuo e intermitente na determinação da máxima fase estável de lactato (MLSS) e associação de índices fisiológicos com a performance nas distâncias de 1,5km, 3km e 5km” de Rubens José Babel Junior, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com seres humanos da Universidade Federal de Santa Catarina sob o número de certificado 186, processo: 222/08.

#### 3.2 Sujeitos do estudo

A seleção dos participantes foi do tipo intencional não-probabilística, sendo composta por 9 corredores recreacionais de provas de média e longa distância (1,5 km, 3 km e 5 km) da cidade de Florianópolis do sexo masculino.

Os corredores possuíam em média 5 anos de experiência na modalidade e tinham um volume de treinamento de aproximadamente 40 km semanais, informados verbalmente ao pesquisador.

**Tabela 1.** Valores descritivos referentes às características dos atletas do estudo.

	<b>Idade</b> (anos)	<b>Massa Corporal</b> (kg)	<b>Estatura</b> (cm)	<b>GC</b> (%)
Média	29,2	64,2	171,8	11,3
DP	10,9	8,5	5,7	3,7
CV	37,2	13,2	3,3	33,2

*Nota: GC = gordura corporal; DP = desvio-padrão; CV = coeficiente de variação apresentado em porcentagem.*

### 3.3 Instrumentos de medida

#### 3.3.1 Obtenção das variáveis antropométricas

Foi mensurada a massa corporal utilizando-se uma balança eletrônica da marca Soehnle® com precisão de 100g. A estatura foi determinada por meio do estadiômetro da marca Sanny® com precisão de 1mm. Para mensuração do percentual de gordura (%GC) foram realizadas as medidas de espessura de sete dobras cutâneas (peitoral, axilar média, tríceps, subescapular, abdômen, supra-ilíaca e coxa), utilizando o adipômetro científico com precisão de 1mm da marca Cercorf®.

#### 3.3.2 Obtenção das variáveis fisiológicas

Todos os testes de laboratório foram realizados na esteira (IMBRAMED, modelo ATL 10200).

O VO<sub>2</sub> foi mensurado respiração a respiração durante os testes laboratoriais realizada pelo analisador de gases COSMED (*modelo K4, b<sup>2</sup>*). O fluxo e o volume do ar expirado foram medidos por uma turbina digital bidirecional que assegura uma grande exatidão dentro de uma escala larga de fluxo (até 20L.s<sup>-1</sup>). O sistema K4 b<sup>2</sup> foi calibrado periodicamente antes de cada teste para assegurar as medidas exatas do ar ambiente, do gás cilindro, da turbina e do delay, de acordo com as recomendações do fabricante (COSMED S. R. L., 2003).

As amostras de sangue para análise das [La] foram coletadas do lóbulo da orelha por meio do capilar heparinizado e armazenadas com uma solução de fluoreto de sódio em microtúbulos de polietileno com tampa (tipo *Eppendorf*), as análises foram realizadas pelo analisador eletroquímico com precisão de 2% (*YSI 2700 STAT*, Yellow Springs, Ohio, USA). O aparelho foi calibrado antes da realização da leitura através do uso de uma solução de concentração conhecida ( $0,50 \text{ g.L}^{-1}$ ), como determina o fabricante (*YSY Incorporate*).

A frequência cardíaca (FC) foi monitorada pelo frequencímetro incorporado no analisador de gases *COSMED* (modelo *K4 b<sup>2</sup>*), permitindo o registro e o armazenamento a cada batimento.

### 3.4 Coleta de dados

Antes de iniciarem os procedimentos para a coleta de dados, os atletas que participaram do estudo foram esclarecidos sobre os objetivos e a metodologia da pesquisa para então, assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Os dados foram coletados durante os meses de fevereiro a abril de 2009, nos períodos matutino (8:00 h às 12:00 h), vespertino (14:00 h às 18:00 h) e noturno (18:30 h às 21:30 h). As avaliações foram realizadas no Laboratório de Esforço Físico (LAEF), localizado no Centro de Desportos (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

No primeiro dia os atletas realizaram uma avaliação antropométrica para caracterizar a amostra e, em seguida foram submetidos a um protocolo incremental para a determinação do  $\text{VO}_2\text{max}$ ,  $\text{vVO}_2\text{max}$  e OBLA em esteira rolante. No segundo dia os atletas realizaram o primeiro teste de 30 minutos de carga constante na  $\text{vOBLA}$  para identificação da  $\text{vMLSS}$ . Para realização deste teste os atletas necessitaram de 2 a 5 visitas ao laboratório em dias diferentes e com intervalo de 48 h entre elas.

Todos os protocolos foram agendados previamente e aplicados no mesmo horário do dia para cada atleta. Os atletas foram orientados a não praticarem atividade física prévia e comparecerem alimentados para a realização das avaliações.

#### 3.4.1 Avaliação antropométrica (Avaliação 1)

Os procedimentos para as mensurações antropométricas seguiram os protocolos definidos em Alvarez e Pavan (2003) e Benedetti, Pinho e Ramos (2003). A massa corporal foi medida utilizando-se uma balança com precisão de 100g. Para a determinação da estatura foi utilizado um estadiômetro com precisão de 1 mm. A densidade corporal foi estimada a partir da equação (1) específica para atletas do sexo masculino proposta por Jackson e Pollock (1978). A partir da densidade corporal, pode-se determinar o percentual de gordura do sujeito por meio da equação (2) de Siri (1961).

$$DC = 1,112 - 0,00043499 * (\Sigma 7 \text{dobras}) + 0,00000055 * (\Sigma 7 \text{dobras})^2 - 0,00028826 * (\text{idade}) \quad (1)$$

Onde:  $\Sigma 7 \text{dobras}$  = peitoral + axilar média + tríceps + subescapular + abdome + supra-iliaca anterior + coxa

$$\% GC = [(4,95/DC) - 4,50] * 100 \quad (2)$$

### 3.4.2 *Protocolo de determinação do VO<sub>2</sub>max, da vVO<sub>2</sub>max e do vOBLA (Avaliação 2)*

Para a determinação do VO<sub>2</sub>max foi utilizado um protocolo de cargas progressivas realizado em esteira rolante (IMBRAMED, modelo ATL 10200). A velocidade inicial foi de 10 km.h<sup>-1</sup> e 1 % de inclinação com incrementos de 1 km.h<sup>-1</sup> a cada 3 minutos até a exaustão voluntária. Entre cada estágio houve um intervalo de 30 segundos para coleta de sangue do lóbulo da orelha para a dosagem do lactato sanguíneo (BILLAT et al., 2000).

O VO<sub>2</sub>max foi considerado como o maior valor obtido durante o teste nestes intervalos de 15 segundos. Para considerar que durante os testes os indivíduos atingiram o VO<sub>2</sub>max, foram adotados os critérios propostos por Lacour et al. (1991). A vVO<sub>2</sub>max foi considerada como sendo a menor velocidade de exercício na qual ocorreu o VO<sub>2</sub>max (BILLAT et al, 1996; BILLAT et al, 1999).

A vOBLA foi determinada por meio de uma interpolação linear (lactato x velocidade), considerando-se uma concentração fixa de 3,5 mmol.L<sup>-1</sup> (HECK et al., 1985). O tempo de teste foi determinado até o momento em que o indivíduo atingiu a exaustão voluntária.

### 3.4.3 *Protocolo para determinação da MLSS<sub>con</sub> e MLSS<sub>int</sub> (Avaliação 3)*

Para determinação da vMLSS<sub>con</sub>, realizou-se uma série de testes com velocidades constantes, em diferentes dias, em esteira rolante. Cada

teste teve duração de 30 min, com intervalo mínimo para coleta de sangue do lóbulo da orelha para a dosagem do lactato sanguíneo no 10° e 30° minuto. O primeiro teste foi realizado na vOBLA previamente identificado no teste incremental (HECK et al., 1985).

Posteriormente, foram realizados 2-5 testes submáximos para determinação da  $vMLSS_{int}$ . A velocidade inicial para este protocolo foi 5% superior a  $vMLSS_{con}$ . A identificação da  $vMLSS_{int}$  foi similar ao protocolo contínuo, no entanto teve uma duração total de 35 min, pois contou com 1 min de intervalo a cada 5 min (relação esforço:pausa 5:1). A coleta sanguínea foi realizada no final do 11° e 35° min.

Em ambos os protocolos, havendo um aumento na [La] inferior a  $1 \text{ mmol.L}^{-1}$  nos 20 min finais, outro teste de carga constante foi realizado, porém com o acréscimo de  $0.5 \text{ km.h}^{-1}$  da velocidade anterior, até a estabilidade ser identificada (BENEKE, 1995; JONES; DOUST, 1998). Caso houvesse o aumento na [La] superior a  $1 \text{ mmol.L}^{-1}$  nos 20 min finais, foi realizado outro teste, porém com o decréscimo de  $0,5 \text{ km.h}^{-1}$  da velocidade anterior, e assim sucessivamente, até identificação da  $vMLSS$  (JONES; DOUST, 1998).

A  $vMLSS$  para ambos os protocolos foi determinada para cada voluntário como sendo a mais alta intensidade de exercício que pode ser mantida com um aumento na [La] menor do que  $1 \text{ mmol.L}^{-1}$  durante os últimos 20 min finais do teste (BENEKE, 2003; FIGUEIRA et al., 2008; HECK et al. 1985). A [La] da  $vMLSS$  foi o valor médio das duas coletas realizadas (10° e 30° minuto).

O  $VO_2$ , VE, FC e R (COSMED, K4  $b^2$ ) foram mensurados continuamente em todos os testes para determinação da  $vMLSS$  (contínua e intermitente). Estas variáveis referentes à  $MLSS_{con}$  e  $MLSS_{int}$  foram obtidas por meio da média dos valores, utilizando os últimos 60 s de cada intervalo de 5 min de exercício, sendo que o primeiro intervalo de exercício não foi utilizado para o cálculo.

### 3.5 Tratamento estatístico

Os dados foram apresentados como média  $\pm$  desvio-padrão (DP). A normalidade foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk. O teste t de *Student* para dados pareados foi utilizado para comparar as variáveis (velocidade, [La],  $VO_2$ , FC, VE e R) entre os dois modos de exercício. A ANOVA one-way com medidas repetidas foi utilizada para comparar as mudanças das variáveis fisiológicas no 5°, 10° e 30° minutos na  $MLSS_{con}$  e  $MLSS_{int}$ . As análises foram realizadas utilizando o programa

GraphPad Prism para Windows (v. 5,0 GraphPad Prism Software Inc, San Diego, CA). O nível de significância foi  $p < 0,05$  para todas as análises.

## 4 RESULTADOS

A tabela 2 apresenta os valores médios e desvio padrão das variáveis fisiológicas obtidas a partir do teste incremental.

**Tabela 2** - Valores médios  $\pm$  DP das variáveis fisiológicas determinadas no teste incremental

Variáveis	Média	DP
VO <sub>2</sub> max (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	69,2	5,3
vVO <sub>2</sub> max (km.h <sup>-1</sup> )	17,6	0,9
VEmax (L.min <sup>-1</sup> )	150,5	15,0
FCmax (bpm)	184,6	14,1
[La]max (mmol.L <sup>-1</sup> )	9,4	2,9
vOBLA (km.h <sup>-1</sup> )	14,7	1,4

*Nota: VO<sub>2</sub>max = consumo máximo de oxigênio; vVO<sub>2</sub>max = velocidade referente ao consumo máximo de oxigênio; VEmax = ventilação máxima; FCmax = frequência cardíaca máxima; [La]max = concentração de lactato máxima; vOBLA = velocidade referente ao OBLA*

Na tabela 3, são apresentados os valores médios e desvio padrão do VO<sub>2</sub>, FC, VE, R e velocidade encontrados na MLSS em protocolo contínuo (MLSS<sub>cont</sub>) e intermitente (MLSS<sub>int</sub>). Observa-se que os valores de VO<sub>2</sub>, VE, velocidade e [La] obtidos na MLSS<sub>cont</sub> foram significativamente menores em relação aos encontrados na MLSS<sub>int</sub>. Entretanto, a FC e o R não apresentaram diferença significativa entre os protocolos.

**Tabela 3** – Valores médios  $\pm$  DP e diferença (em percentual) das variáveis fisiológicas determinadas na MLSS em protocolo contínuo (MLSS<sub>cont</sub>) e intermitente (MLSS<sub>int</sub>)

N=9	MLSS <sub>cont</sub>		MLSS <sub>int</sub>		MLSS <sub>cont</sub> vs MLSS <sub>int</sub> (%)
	Média	DP	Média	DP	
VO <sub>2</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	58,88*	5,25	62,25	4,93	5,7
FC (bpm)	165,5	8,3	168,1	8,79	1,6
VE (l.min <sup>-1</sup> )	97,17*	17,37	105,86	20,72	8,9
R	0,89	0,03	0,92	0,07	3,4
velocidade (km.h <sup>-1</sup> )	14,3*	0,7	15,1	0,8	5,6
[La] (mmol.l <sup>-1</sup> )	4,34*	1,11	5,29	1,84	21,7

*Nota:* VO<sub>2</sub> = consumo de oxigênio; FC = frequência cardíaca; VE = ventilação; R = quociente respiratório; [La] = concentração de lactato sanguíneo

\* $p < 0,05$  em relação à MLSS<sub>int</sub>;

A tabela 4 apresenta o percentual das médias das variáveis da MLSS<sub>cont</sub> e MLSS<sub>int</sub> em relação aos valores máximos obtidos em teste incremental. É possível notar que a intensidade relativa ao VO<sub>2</sub>max na MLSS<sub>con</sub> (85,1%) foi menor que a encontrada na MLSS<sub>int</sub> (90%). Mesmo não havendo diferença significativa, pode-se perceber que a intensidade referente à MLSS<sub>int</sub> foi maior em relação à MLSS<sub>con</sub>.

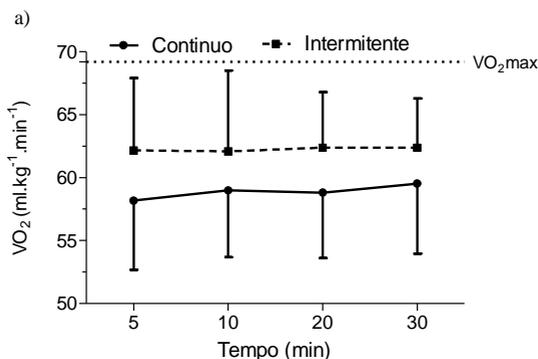
**Tabela 4** – Percentual das variáveis da MLSS<sub>con</sub> e MLSS<sub>int</sub> em relação à intensidade máxima obtida em teste incremental

N=9	MLSS <sub>cont</sub>		MLSS <sub>int</sub>	
	Média	DP	Média	DP
% VO <sub>2</sub> max	85,1	8,9	90,0	7,9
% FCmax	89,7	5,0	91,1	5,2
% VEmax	64,6	17,9	70,3	19,6
% vVO <sub>2</sub> max	81,3	4,9	85,8	5,3

*Nota* = %VO<sub>2</sub>max = percentual do consumo máximo de oxigênio; %FCmax = percentual da frequência cardíaca máxima; %VEmax = percentual da ventilação máxima; %vVO<sub>2</sub>max = percentual da velocidade referente à máxima fase estável de lactato

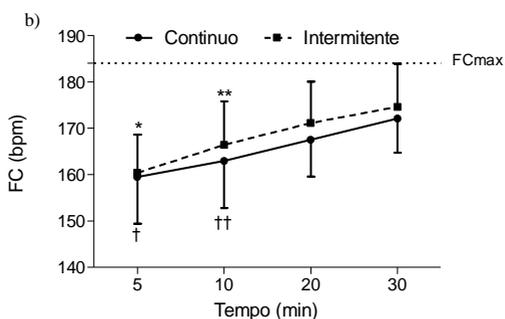
A figura 1 apresenta o comportamento do  $VO_2$  (a), FC (b), VE (c) e R (d) no 5<sup>o</sup>, 10<sup>o</sup>, 20<sup>o</sup> e 30<sup>o</sup> minutos durante o exercício na  $MLSS_{con}$  e  $MLSS_{int}$ .

**Figura 1a** – Comportamento do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) durante o teste na  $MLSS$  em protocolo contínuo e intermitente



*Nota:  $VO_2$  = consumo de oxigênio;  $VO_{2max}$  = consumo máximo de oxigênio*

**Figura 1b** – Comportamento da frequência cardíaca (FC) durante o teste na  $MLSS$  em protocolo contínuo e intermitente



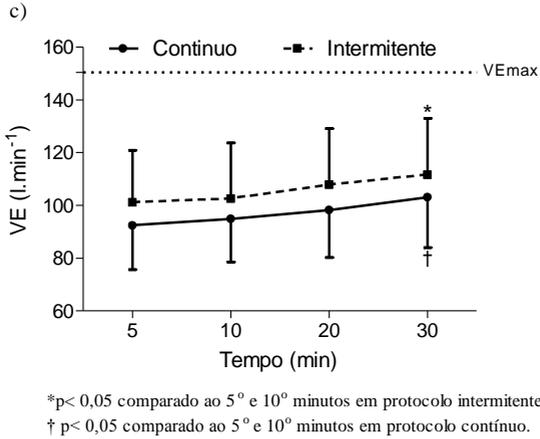
\* $p < 0,05$  comparado ao 20<sup>o</sup> e 30<sup>o</sup> minutos em protocolo intermitente;

\*\* $p < 0,05$  comparado ao 30<sup>o</sup> minuto em protocolo intermitente;

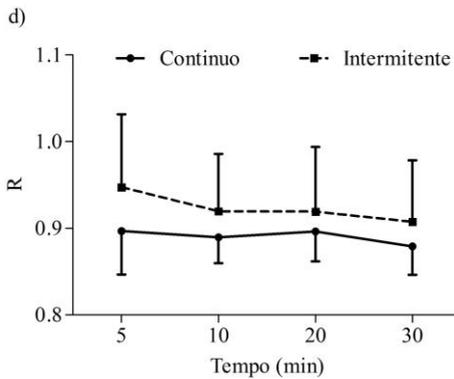
†  $p < 0,05$  comparado ao 10<sup>o</sup>, 20<sup>o</sup> e 30<sup>o</sup> minutos em protocolo contínuo;

††  $p < 0,05$  comparado ao 30<sup>o</sup> minuto em protocolo contínuo.

**Figura 1c** – Comportamento da ventilação (VE) durante o teste na MLSS em protocolo contínuo e intermitente



**Figura 1d** – Comportamento do quociente respiratório (R) durante o teste na MLSS em protocolo contínuo e intermitente



Observa-se que todas as variáveis fisiológicas apresentaram comportamento similar durante o exercício realizado na MLSS em

protocolo contínuo e intermitente. Dentre as variáveis acima demonstradas, a FC (Figura 1b) foi menor no 5º minuto em relação ao 20º e 30º minutos em modelo intermitente enquanto que em modelo contínuo, a FC foi menor no 5º minuto em relação ao 10º, 20º e 30º minutos. Em ambos os protocolos a FC no 10º minuto foi maior em relação ao 30º. Outra variável que apresentou diferença significativa ao longo do tempo, foi a VE (Figura 1c), sendo maior no final do exercício (30º minuto) em comparação ao 5º e 10º minutos em ambos os protocolos



## 5 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como principal objetivo comparar as respostas fisiológicas nas intensidades da máxima fase estável de lactato (MLSS) no modelo contínuo (MLSS<sub>con</sub>) e no modelo intermitente (MLSS<sub>int</sub>) na corrida.

O principal achado do presente estudo foi que a velocidade referente à MLSS em corredores de longa duração foi significativamente maior em protocolo intermitente quando comparado ao contínuo ( $15,1 \pm 0,8$  vs.  $14,3 \pm 0,7$  km.h<sup>-1</sup>). A maior intensidade (velocidade) obtida na MLSS<sub>int</sub> (5,6%) está de acordo com as observações realizadas em outros estudos com o ciclismo (BENEKE et al, 2003; GROSSL, 2010), natação (OLIVEIRA et al, 2008; GRECO et al, 2009) e corrida (PEREIRA et al, 2008).

Corroborando com o presente estudo, Grossl (2010) encontrou um valor 6,5% maior na intensidade (potência) da MLSS<sub>int</sub> em comparação à MLSS<sub>con</sub> no ciclismo ( $268 \pm 29$  W vs.  $251 \pm 29$  W). Neste estudo, houve a mesma razão esforço:pausa que o presente estudo, com estímulos de 5 minutos e intervalos de recuperação de 1 minuto entre cada estímulo. Beneke et al (2003) encontraram uma diferença de 8% na intensidade da MLSS<sub>int</sub> realizada com intervalos de recuperação de 30s entre cada estímulo de 5 minutos, quando comparada à MLSS<sub>con</sub> ( $300,4 \pm 30,4$  W vs.  $277,8 \pm 24,4$  W) no ciclismo. Entretanto, foi observado que a intensidade referente à MLSS<sub>int</sub> foi 11% maior em relação à MLSS<sub>con</sub> quando houve aumento no intervalo de recuperação para 90s.

Barbosa et al (2009) observaram um percentual maior (14%) em relação ao presente estudo, sendo que a diferença encontrada pelos autores pode ser atribuída ao fato que a relação esforço:pausa utilizada foi menor que o presente estudo (2:1 vs. 5:1) levando em consideração o resultado do estudo de Beneke et al (2003), na qual quanto menor a razão esforço:pausa, maior a intensidade.

Com isto, observa-se que a duração de cada intervalo de recuperação bem como a relação esforço:pausa influenciam na intensidade absoluta do exercício e o modo do exercício (ciclismo vs. corrida) não parece influenciar diretamente.

A intensidade relativa ao VO<sub>2</sub>max na presente investigação foi de 85% na MLSS<sub>con</sub> e 90% na MLSS<sub>int</sub>, valores estes um pouco acima do encontrado por Beneke et al (2003), tanto em modelo contínuo ( $73,7 \pm 7,6$  %) quanto em modelo intermitente com pausa de 30s ( $79,2 \pm 8$  %)

e 90s ( $81,5 \pm 7,1$  %). Vale ressaltar que essa diferença pode estar associada ao modo de exercício, visto que na corrida a massa muscular envolvida é maior que no ciclismo (POWERS; HOWLEY, 2005).

A [La], o  $VO_2$  e a VE também apresentaram valores significativamente maiores em modelo intermitente em relação ao contínuo ( $5,29 \pm 1,84$  mmol.L<sup>-1</sup> vs.  $4,34 \pm 1,11$  mmol.L<sup>-1</sup>;  $62,25 \pm 4,93$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> vs.  $58,88 \pm 5,25$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>;  $105,86 \pm 20,72$  L.min<sup>-1</sup> vs.  $97,17 \pm 17,37$  L.min<sup>-1</sup>). Estes resultados estão de acordo com os achados na literatura (ASTRAND et al, 1960; CRISTENSEN et al, 1960; SALTIN et al, 1976; ESSEN,1978; BENEKE et al, 2003; MIDGLEY et al, 2007) mesmo em idosos (MORRIS et al, 2003).

Conforme Beneke et al (2003), a [La] sanguínea está diretamente relacionada ao  $VO_2$ . Tendo em vista o valor superior na velocidade observado na  $MLSS_{int}$  é possível entender o aumento na [La] e conseqüentemente, o aumento no  $VO_2$  e VE.

A FC média no presente estudo não apresentou diferença significativa. Este resultado surpreendeu a hipótese de que a FC na  $MLSS_{int}$  seria maior que a  $MLSS_{con}$  devido à sua relação com a intensidade de exercício. Beneke et al (2003) encontraram que a FC média na  $MLSS_{int}$  foi significativamente maior em relação à  $MLSS_{cont}$ .

Outra variável que não apresentou diferença significativa entre os modelos de exercício na  $MLSS$ , foi o quociente respiratório (R). Essa variável está relacionada ao tipo de substrato energético utilizado pelos músculos durante o exercício. Semelhante a outros estudos (BARON et al, 2003; BILLAT et al, 2003; DEKERLE et al, 2003 PHILP et al, 2008), os valores de R para a corrida realizada na  $MLSS_{con}$  e  $MLSS_{int}$  foram 0,89 e 0,92 respectivamente. De acordo com Nieman (2007), durante o exercício em que a demanda energética predominante é a gordura, o valor de R é igual a 0,71, enquanto que a medida em que o músculo utiliza como fonte primária o carboidrato o valor de R passa a ser igual a 1. Portanto, é possível afirmar que a energia prevalente em ambos os protocolos foi o carboidrato.

Ao analisar o comportamento das variáveis fisiológicas durante o exercício, foi observado que o  $VO_2$  não apresentou diferença significativa em ambos os protocolos.

De acordo com Tomlin; Wenger (2001), os intervalos de recuperação em repouso no modelo intermitente permitem que ocorra uma rápida redução do  $VO_2$  e FC, e durante essas pausas, o armazenamento de oxigênio nos tecidos é rapidamente repostado, sendo que 70% do ATP e CP depletado são restaurados no músculo dentro de 30s enquanto que 100% são restaurados num período entre 3 e 5min. Tal

afirmação explica o fato de o  $\text{VO}_2$  ter permanecido constante durante o exercício na  $\text{MLSS}_{\text{int}}$ . Embora pudesse esperar um aumento do  $\text{VO}_2$  na  $\text{MLSS}_{\text{con}}$  devido ao componente lento (CL), tal comportamento não ocorreu, igualmente ao observado por Baron et al (2008) no exercício realizado na  $\text{MLSS}$  até a exaustão no ciclismo.

A FC no presente estudo aumentou gradativamente (*drift* cardiovascular) ao longo do tempo em ambos protocolos corroborando com os achados por Baron et al (2008) e Grossl (2010) nas respectivas intensidades realizadas no ciclismo até a exaustão. Para Baron et al (2008), este comportamento da FC pode ser explicado pelo aumento na atividade do sistema nervoso simpático e da concentração de norepinefrina circulante.

Outra variável que apresentou mudança em seu comportamento foi a VE, sendo significativamente maior no final (103,11  $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ; 111,7  $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) do teste em relação ao 5º (92,43  $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$  vs. 101,24  $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e ao 10º minuto (94,89  $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$  vs. 102,62  $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) tanto em modelo contínuo quanto em modelo intermitente. Alguns autores encontraram que a VE foi maior no final do exercício realizado até a exaustão tanto em protocolo contínuo (BARON et al, 2008) e intermitente (GROSSL, 2010) no ciclismo. Entretanto, Baron et al (2003) não observaram diferenças significativas na VE durante 30min na  $\text{MLSS}_{\text{con}}$  realizado no ciclismo.

Levando em consideração o conceito de que no limite superior do domínio pesado há estabilidade na [La] e no  $\text{VO}_2$ , a intensidade referente à  $\text{MLSS}$  pode ser considerada como sendo este limite, confirmando com outros autores (POOLE et al., 1988; HILL; POOLE; SMITH, 2002; PRINGLE; JONES, 2002; BARBOSA et al., 2009).

Em contrapartida, o presente estudo encontrou que algumas variáveis (FC e VE) apresentaram mudanças no comportamento durante o exercício realizado na  $\text{MLSS}$  tanto em modelo contínuo quanto intermitente. Acredita-se que o protocolo de determinação da  $\text{MLSS}$  proposto por Heck et al (1985), na qual considera-se uma variação de até  $1\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  na [La] nos últimos 20 minutos, possa ser uma margem relevante para influenciar o comportamento de outras variáveis fisiológicas ao longo do exercício.

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo e os encontrados na literatura, observa-se que a duração dos intervalos de recuperação bem como a relação esforço:pausa influenciam na intensidade absoluta do exercício, sendo inversamente proporcional à razão esforço:pausa e diretamente proporcional à duração dos intervalos de recuperação.

Por fim, tem-se a importância da determinação da MLSS em protocolo intermitente para a aplicação adequada da intensidade de exercício em treinamento intervalado, sem que haja subestimação ou superestimação das cargas e conseqüentemente, evitando um treinamento inadequado e inapropriado.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que a intensidade da MLSS determinada em protocolo intermitente é maior que em protocolo contínuo. Além disso, os valores de velocidade,  $VO_2$ , VE e [La] são dependentes do modelo de exercício (contínuo vs. intermitente) realizado na MLSS, sendo maiores no intermitente. Em contrapartida, o comportamento das variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas ( $VO_2$ , VE, FC e R) não são dependentes do modo de exercício, visto que apresentaram respostas similares em ambos os protocolos ao longo do exercício.

Apesar do conceito aplicado à MLSS, os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que parece não ser possível afirmar que nesta intensidade há estabilidade fisiológica ou homeostasia tanto em modelo contínuo quanto intermitente, tendo em vista a variação nos valores da FC e VE ao longo do exercício.

Por fim, os programas de treinamento de longa duração (maior ou igual a 30 minutos) devem considerar a intensidade referente à MLSS determinada em protocolo contínuo e intermitente, afim de utilizar a carga ideal relativa ao modelo de treinamento aplicado.



## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALLEN, W.K., SEALS, D.R., HURLEY, B.F., EHSANI, A.A., HAGBERG, J.M. Lactate threshold and distance-running performance in young and older endurance athletes. **Journal of Applied Physiology**, v.58, p.1281-1284, 1985.

ASTRAND, P.O. **Experimental studies of physical work capacity in relation to sex and age**. Copenhagen: Ejnar Munksgaard, 1952.

ASTRAND, P.O. Quantification of exercise capability and evaluation of physical capacity in man. **Progress in cardiovascular diseases**, vol. 19, n.1, p.51-67, 1976.

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

BENEKE, R. Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady-state in rowing. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 27, p. 863- 867, 1995.

BENEKE, R.; VON DUVILARD, S. P. Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.28, n.2, p.241-246, 1996.

BENEKE, R.; HÜTLER, M.; LEITHÄUSER, R. M. Maximal lactate-steady-state independent of performance, **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 6, p. 1135-1139, 2000.

BENEKE, R.; LEITHAUSER, R.; HUTLER, M. Dependence of the maximal lactate steady state on the motor pattern of exercise. **British Journal of Sports Medicine**, v.35, p.192-196, 2001.

BENEKE, R. Maximal lactate steady state concentration (MLSS): experimental and modelling approaches. **European Journal of Applied Physiology**, v.88, p.361-369, 2003a.

BENEKE, R.; HUTLER, M.; DUVILLARD, S.P.; SELLENS, M.; LEITHAUSER, R.M. Effect of Test Interruptions on blood lactate during constant workload testing. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 9, p. 1626-1630, 2003b.

BILLAT, V. L.; DALMAY, F.; ANTONINI, M. T.; et al. A method for determining the maximal steady state of blood lactate concentration from two levels of submaximal exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v.69, p. 196-202, 1994.

BILLAT, V. L.; PINOTEAU, J.; PETIT, B.; RENOUX, J. C.; KORALSZTEIN, P. Time to exhaustion at 100% of velocity at  $VO_2$ max and modeling of the relation time-limit/velocity in elite long distance runners. **European Journal of Applied Physiology**, v.69, p.271-273, 1994.

BILLAT, V. L. Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training: recommendations for long-distance running. **Journal of Applied Physiology**, v. 22, n. 3, p.157-175, 1996.

BILLAT, V. L.; KORALSZTEIN, J. P. Significance of the velocity at  $VO_2$ max and time to exhaustion at this velocity. **Sports Medicine**, v. 22, n. 2, p. 90-108, 1996.

BILLAT, V.L.; FLECHET, B.; PETIT, B.; MURIAUX, G.  
KORALSZTEIN, J.P. Interval training at  $VO_{2max}$ : effects on aerobic performance and over training markers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.31, p.156-163, 1999.

BILLAT, V. L.; SLAWINSKI, J.; BOCQUET, V.; DEMARLE, A.; LAFITTE, L.; CHASSAING, P.; KORALSZTEIN, J. P. Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 81, n.3, p. 188-196, 2000.

BILLAT, V. L.; SIRVENT, P.; PY, G.; KORALSZTEIN, J.P. AND MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady state. A bridge between biochemistry, physiology and sport science. **Sports Medicine**, v. 33, n. 6, p. 407-426, 2003a.

BILLAT, V., LEPRETRE, P.-M.; HEUGAS, A.-M.; LAURENCE, M.-H.; SALIM, D.; KORALSZTEIN, J. P. Training and bioenergetic characteristics in elite male and female Kenyan runners. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v.35, 2003b.

BILLAT, V.; SIRVENT, P.; LEPRETRE, P.M.; KORALSZTEIN, J.P. Training effect on performance, substrate balance and blood lactate concentration at maximal lactate steady state in master endurance-runners. **European Journal of Physiology**, v.447, n.6, 2004.

BRANDON, L. J.; BOILEAU, R. A. The contribution of selected variables to middle and long distance run performance. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 27, n. 2, 1987.

BRANDON, L. J. Physiological factors associated with middle distance running performance. **Sports Medicine**, v. 19, n. 4, 1995.

BURGOMASTER, K.A; HUGHES, S.C; HEIGENHAUSER, G.J, BRADWELL, SN, GIBALA, M.J. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. **Journal of Applied Physiology**, v.98, 2005.

COYLE, E.F. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v.23, p.25-63, 1995.

DENADAI, B.S. Fatores fisiológicos associados com o desempenho em exercícios de média e longa duração. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.1, p.82-91, 1996.

DENADAI, B.S. **Índices fisiológicos de avaliação aeróbia: conceitos e aplicações**. Ribeirão Preto: BSD, 1999.

DENADAI, B.S. e col. **Avaliação Aeróbia: Determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo**. Motrix: Rio Claro, SP, 2000.

DENADAI, B.S.; ORTIZ, M.J.; MELLO, M.T. Índices fisiológicos associados com a performance aeróbia em corredores de endurance: efeitos da duração da prova. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.10, n. 5, p. 401-404, 2004.

FAINA, M.; BILLAT, V.; SQUADRONE, R. et al. Anaerobic contribution to the time to exhaustion at the minimal exercise intensity at which maximal oxygen uptake occurs in elite cyclists, kayakists and swimmers. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.76, 1997.

FARREL, P. E.; WILMORE, J. H.; COYLE, E. F.; et al. Plasma lactate accumulation and distance running performance. **Medicine and Science in Sports Exercise**, 1979; 11: 338-44.

FAUDE, O.; KINDERMANN, W.; MEYER, T. Lactate threshold concepts: How valid are they? **Sports Medicine**, v.39, n.6, p. 469-490, 2009.

FONTANA, P.; BOUTELLIER, U.; LENZIN, C. K. Time to exhaustion at maximal lactate steady state is similar for cycling and running in moderately trained subjects. **European Journal of Applied Physiology**, v.107, p.187-192, 2009.

GROSSL, T. **Tempo de exaustão na máxima fase estável de lactato em protocolo contínuo e intermitente no ciclismo**. 54 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Florianópolis, 2010.

HALSON, S. L., M. W. BRIDGE, R. MEEUSEN, et al. Time course of performance changes and fatigue markers during intensified training in cyclists. **Journal of Applied Physiology**, v.93, p. 947-956, 2002.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MUCKE, S.; MULLER, R.; HOLMANN, W. Justification of the 4mmol/l lactate threshold. **International Journal of Sports Science**, v.6, p.117-30, 1985.

JACKSON, A. S. POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, n. 40, p. 497-504, 1978.

JONES, A. M.; DOUST, J. H. The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal lactate steady state. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, n. 8, p. 1304-1313, 1998.

JOYNER, M.J.; COYLE, E.F. Endurance exercise performance: the physiology of champions. **Journal of Physiology**, n. 586, v. 1,2008

LAPLAUD, D.; GUINOT, M.; FAVRE-JUVIN, A.; FLORE, P. Maximal lactate steady state determination with a single incremental test exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v.96, p. 446-452, 2006.

LAURSEN, P. B.; SHING, C. M.; PEAKE, J. M.; COOMBES, J. S.; JENKINS, D. G. Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 11, p. 1801-1807, 2002.

MADER, A.; HECK, H. A theory of the metabolic origin of "anaerobic threshold". **International Journal of Sports Medicine**, v.7, suppl.1, 1986.

MADSEN, K.; PEDERSEN, P. K.; DJURHUUS, M. S.; KLITGAARD, N.A. Effects of detraining on endurance capacity and metabolic changes during prolonged exhaustive exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.75, p. 1444-1451, 1993

MARKOV, G.; SPENGLER, C.M.; KNOPFLI-LENZIN, C.; STUESS, I. C.; BOUTELLIER, U. (2001) Respiratory muscle training increases cycling endurance without affecting cardiovascular responses to exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v.85, 2001.

NICHOLSON, R.M.; SLEIVERT, G.G. Indices of lactate threshold and their relationship with 10-km running velocity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 2009.

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

NOAKES, T.D. Testing for maximum oxygen consumption has produced a brainless model of human exercise performance. **British Journal of Sports Medicine**, v.42, p.551-555, 2008.

PEREIRA, L.; GUGLIELMO, L.G.A.; HIGINO, W.P. Efeito do tipo de protocolo (intermitente versus contínuo) sobre a máxima fase estável de lactato (MSSLAC) obtida durante a corrida na esteira. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 14, n. 4 (supl), p. S58, 2006.

PHILP, A.; MACDONALD, A. L.; CARTER, H.; WATT, P. W.; PRINGLE, J. S. Maximal Lactate Steady State as a training stimulus. **International Journal of Sports Medicine**, v.29, 2008. In: NATIONAL STRENGTH AND CONDITIONING ASSOCIATION (NSCA). *Essentials of Strength Training and Conditioning*. 3 ed. Local: Thomas R. Baechle, Roger W. Earle., 2008, 489-503.

PRICE, M.; HALABI, K. The effects of work-rest duration on intermittent exercise and subsequeute performance. **Journal of Sports Sciences**, v.23, 2005.

ROBISON, S., EDWARDS, H.T., DILL, D.B. New records in human power. **Science**, v.85, p.409-410, 1938.

SILVA, A. C.; TORRES, F. C. Ergoespirometria em Atletas Paraolímpicos Brasileiros. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.8, n.3, p.107-116, 2002.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: J. Brozek & A. Henschel (eds). **Techniques for measuring body composition** . Washington, DC: National Academy of Sciences, p.223-244, 1961.

SPENGLER, C.M.; ROOS, M.; LAUBE, S.M.; BOUTELLIER, U. Decreased exercise blood lactate concentrations after respiratory endurance training in humans. **European Journal of Applied Physiology**, v.79, 1999.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

THOMSEN, J.J.; RENTSCH, R.L.; ROBACH, P.; CALBET, J.A.; BOUSHEL, R.; RASMUSSEN, P.; JUEL, C.; LUNDBY, C. Prolonged administration of recombinant human erythropoietin increases submaximal performance more than maximal aerobic capacity. **European Journal of Applied Physiology**, v.101, 2007.

WELTMAN, A.; SEIP, R. L.; SNEAD, D.; WELTMAN, J. Y.; HASKVITZ, E. M.; EVANS, W. S.; VELDHUIS, J. D.; ROGOL, A. D. Exercise training at and above the lactate threshold in previously untrained women. **International Journal of Sports Medicine**, v.13, 1992.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
CENTRO DE DESPORTOS



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO  
PROJETO DE PESQUISA PARA ANÁLISE PELO COMITÊ DE  
ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS

De acordo com resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, todas as pesquisas conduzidas com seres humanos necessitam do termo de Consentimento Livre e Esclarecido, devendo o participante estar ciente dos objetivos do estudo. Estamos conduzindo o estudo intitulado *Comparação de protocolos contínuo e intermitente na determinação da máxima fase estável de lactato (MLSS) e associação de índices fisiológicos com a performance nas distâncias de 1,5km, 3km e 5km*, que tem como objetivos: 1) determinar e comparar a MLSS obtida durante os protocolos contínuo e intermitente realizados na esteira em corredores de *endurance* e 2) analisar a validade de predição do  $VO_{2max}$ ,  $vVO_{2max}$ , MLSS e OBLA para a *performance* de corredores de *endurance* nas distâncias de 1,5km, 3 km e 5km

O projeto envolve o Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo e o acadêmico Rubens José Babel Junior.

A participação no estudo não envolve nenhum gasto para o participante e todos os materiais necessários serão providenciados pelos pesquisadores. As avaliações serão realizadas no Laboratório do Esforço Físico (LAEF) e pista de atletismo do Centro de Desportos (CDS), sendo necessárias algumas visitas ao CDS.

**Primeiras visitas - Performances:** Serão realizadas as *performances* na pista de atletismo, nas distâncias de 1,5km, 3km e 5km.

**Teste Incremental - LAEF** (duração aproximada de 60 minutos)  
- Medidas de massa corporal, estatura e dobras cutâneas (peitoral, axilar média, tríceps, subescapular, abdômem, supra-ílica anterior, coxa), nenhuma delas oferece risco de lesões para o participante. Teste de esforço máximo em esteira ergométrica (IMBRAMED MILLENUM SUPER ATL), sendo orientação básica ao participante que ele deve alcançar o seu limite de esforço, podendo este, mesmo assim, solicitar a interrupção do teste no momento em que sentir desconforto ou desejar terminar o teste. A velocidade inicial será de  $10 \text{ km.h}^{-1}$  (1 % de inclinação) com incrementos de  $1 \text{ km.h}^{-1}$  a cada 3min até a exaustão voluntária. Entre cada estágio acontecerá um intervalo de 30 segundos (s) para coleta de sangue do lóbulo da orelha para a dosagem do lactato sanguíneo. O avaliado utilizará uma máscara no seu rosto para a coleta dos gases (oxigênio e dióxido carbônico) do ar expirado. O participante utilizará também um medidor da frequência cardíaca (FC) do tipo Polar. Esse procedimento não oferece riscos. Esse teste incremental servirá para mensuração dos índices fisiológicos  $\text{VO}_2\text{max}$ ,  $\text{vVO}_2\text{max}$  e OBLA.

**Outras Visitas** (duração aproximada de 60 minutos) - Para determinação da MLSS em protocolo contínuo, será realizado um protocolo de testes com cargas constantes e duração de 30 minutos (min), com intervalos no  $10^\circ\text{min}$  e  $30^\circ\text{min}$  para dosagem do lactato sanguíneo, em diferentes dias até a identificação da mesma. A velocidade inicial será determinada de acordo com o OBLA individual de cada atleta, mensurada no teste incremental. Caso nessa velocidade

não ocorra a MLSS, outro teste de carga constante deverá ser realizado, em dia diferente, até que se determine a MLSS.

Para identificação da MLSS em protocolo intermitente, será realizado o mesmo procedimento, porém, com intervalos de 60s a cada 5min no teste de carga constante de 30min, juntamente com a dosagem de lactato sanguíneo.

O procedimento das coletas de dados, tanto laboratoriais quanto de campo levarão aproximadamente três semanas com testes realizados diariamente.

Todos os dados coletados neste estudo são estritamente confidenciais e serão utilizados para produção de artigos técnicos científicos. Apenas os pesquisadores terão acesso aos dados que serão codificados e armazenados em banco de dados, de forma que a identificação por outras pessoas não seja possível. No entanto, essas informações poderão ser requisitadas pelo participante.

Sua participação é voluntária e você poderá desistir dela em qualquer momento do estudo, bastando apenas informar aos pesquisadores. Caso você tenha alguma dúvida, poderá entrar em contato pelo telefone do LAEF: (048) 3721-9924, com:

#### 1.1 Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

Dep. de Educação Física – UFSC  
e-mail: luizguilherme@cds.ufsc.br

#### 1.2 Acadêmico Rubens José Babel Junior

Celular: (48) 8421-1505  
Dep. de Educação Física – UFSC  
e-mail: rubao\_babel@yahoo.com.br

Desde já, agradecemos a sua colaboração.

|

|

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE DESPORTOS  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA**



**TERMO DE CONSENTIMENTO**



Declaro que fui informado, de forma clara e objetiva, sobre todos os procedimentos do projeto de pesquisa intitulado ***Comparação de protocolos contínuo e intermitente na determinação da máxima fase estável de lactato (MLSS) e associação de índices fisiológicos com a performance nas distâncias de 1,5km, 3km e 5km.*** Estou ciente que todos os dados a meu respeito serão sigilosos e que posso me retirar do estudo a qualquer momento. Assinando este termo, eu concordo em participar deste estudo.

Nome por

extenso \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

Florianópolis (SC) \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo  
(Pesquisador/Responsável/Orientador)

\_\_\_\_\_  
Acadêmico Rubens José Babel Junior  
(Pesquisador/Principal/Orientando)

