

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

ADRIANA GARCIA PACHECO

**INFLUÊNCIA DA NATAÇÃO E DO CICLISMO SOBRE AS
RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DURANTE A
CORRIDA NO TRIATHLON**

Dissertação de Mestrado

**FLORIANÓPOLIS
2010**

ADRIANA GARCIA PACHECO

**INFLUÊNCIA DA NATAÇÃO E DO CICLISMO SOBRE AS
RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DURANTE A
CORRIDA NO TRIATHLON**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

**FLORIANÓPOLIS
2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS**

**A dissertação: INFLUÊNCIA DA NATAÇÃO E DO CICLISMO
SOBRE AS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DURANTE A
CORRIDA NO TRIATHLON**

Elaborada por: Adriana Garcia Pacheco

foi aprovada por todos os membros da banca examinadora e aceita junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito final para a obtenção do título de **Mestre em Educação Física**.

Florianópolis, 09 de Junho de 2010.

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação Física

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo - UFSC (orientador)

Profa. Dra. Rosane Carla Rosendo da Silva - UFSC

Prof. Dr. Fabrizio Caputo – UDESC

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais,
Ronaldo e Mercêdes e irmão Vitor
Pacheco, com amor.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo amor, apoio e compreensão ao longo desse árduo processo. Pais que nunca mediram esforços para possibilitar, a mim e ao meu irmão, a melhor educação possível. Ao meu pai, meu grande ídolo (mais que o Armstrong, haha!!) e exemplo de homem, pelos ensinamentos e demonstração de honestidade, personalidade e caráter. Minha mãe pelos ensinamentos de vida e pela demonstração de amor incondicional aos filhos sempre.

A meu orientador por ter aceitado meu projeto e acreditado que eu iria conseguir finalizá-lo mesmo com tantas dificuldades encontradas ao longo do caminho.

Aos colegas do LAEF e BIOMEC pela contribuição e ajuda cada um a sua maneira, direta ou indiretamente ajudaram na realização deste trabalho.

E em especial a algumas pessoas que sem sua ajuda eu não teria conseguido finalizar este trabalho:

A amiga Luciana Camargo pelo incentivo inicial e ajuda para “clarear” a escolha do tema;

Aos amigos Igor e Gisella que sem seu trabalho braçal, palavras de incentivo e acima de tudo amizade aos sábados, domingos e feriados de sol, chuva e frio, quando ninguém mais tinha tempo, lá estavam eles firmes, fortes e acima de tudo muito alegres;

Um agradecimento mais que especial a um “anjo da guarda” posso chamá-lo assim, pois sem ele eu não teria finalizado esse trabalho da melhor maneira, como eu esperava e sonhava em realizar. Pelos ensinamentos, inúmeras correções e contribuições realizadas mesmo quando não tinha tempo suficiente nem pra suas próprias “coisas”, meu muito obrigado Ricardo Dantas.

E aos atletas que voluntariamente fizeram parte dessa conquista, que tanto sacrificaram seu tempo e doaram seu sangue, literalmente, para ajudar em minha realização pessoal.

Á todos vocês, meu MUITO OBRIGADA!

"A dor é temporária. Ela pode durar um minuto, ou uma hora, ou um dia, ou um ano, mas finalmente ela acabará e alguma outra coisa tomará o seu lugar.

Se eu paro, no entanto, ela dura para sempre. "
(Lance Armstrong)

RESUMO

O estudo teve como objetivo determinar as respostas cardiorrespiratórias (VO_2 e FC) e metabólicas (lactato) de triatletas treinados durante um simulado de TO e analisar os efeitos fisiológicos da natação e do ciclismo na máxima fase estável de lactato (MFEL) da corrida. Onze triatletas treinados ($32,2 \pm 4,8$ anos; $75 \pm 6,2$ kg; $178 \pm 0,1$ cm) realizaram em dias diferentes os seguintes testes: 1) protocolo incremental na esteira rolante para a determinação do VO_2max , IVO_2max e LAN; 2) protocolo incremental realizado na própria bicicleta do atleta acoplada a um ciclossimulador para determinar o VO_2max , IVO_2max e $70\%P_{\text{max}}$; 3) três a cinco testes para determinação da MFEL; 4) duas simulações da prova de TO, uma delas envolvendo a sucessão ciclismo-corrída (C-C), e outra envolvendo a seqüência completa de natação-ciclismo-corrída (N-C-C). Em relação ao comportamento do VO_2 ao longo dos 60 minutos de ciclismo foi encontrada diferença significativa apenas para o simulado C-C (sC-C) ($41,8 \pm 6,0$ no minuto 5 e $47,1 \pm 6,4$ $\text{mL.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ no minuto 60). A FC apresentou comportamento similar ao do VO_2 , apresentando diferença significativa ao longo do tempo apenas para o sC-C ($141,9 \pm 9,9$ no minuto 5 e $156,8 \pm 8,1$ bpm no minuto 60). Quando comparadas as duas situações de ciclismo foi observada diferença significativa entre os minutos iniciais, 5, 10, 15 e 30. Para a [Lac] no sC-C foi encontrada diferença significativa entre os valores iniciais ($1,5 \pm 0,6$) e os minutos 20 ($3,5 \pm 1,4$), 40 ($4,0 \pm 2,5$) e 60 ($3,7 \pm 1,8$) e para o sN-C-C foi encontrada diferença significativa entre os valores iniciais ($5,8 \pm 1,6$), 20 ($4,8 \pm 2,3$) e 60 ($4,2 \pm 1,9$) minutos. Quando realizada a análise entre os simulados foi encontrada diferença significativa apenas no início e aos 20 minutos. Nas três condições analisadas da corrida (controle, C-C, N-C-C) não foram observadas diferenças significativas para VO_2 entre os simulados, porém quando analisadas separadamente foi encontrada diferença significativa ao longo do tempo para as três condições. A FC apresentou comportamento similar ao do VO_2 ao longo do tempo para as três situações. Por outro lado, quando comparada entre as três situações, para cada intervalo de tempo, não foi encontrada diferença significativa. Para as [Lac] foi encontrada diferença significativa ao longo do tempo (minuto inicial, 10 e 30) para as três condições. Quando comparada entre os grupos foi encontrada diferença significativa do minuto inicial do controle ($1,60 \pm 0,31$) e sC-C ($2,91 \pm 1,31$ mmol.L^{-1}) com o sN-C-C ($4,10 \pm 1,39$). Além do minuto dez do controle ($3,57 \pm 1,07$) e sC-C ($4,21 \pm 1,23$) em relação ao dez do sN-C-C ($5,28 \pm 1,88$). E ainda do

minuto 30 do controle ($4,27 \pm 0,67$) e sC-C ($4,02 \pm 1,08$) para o sN-C-C ($5,44 \pm 1,66 \text{ mmol.L}^{-1}$). Conclui-se que o exercício prévio de natação e ciclismo não interfere nas respostas cardiorespiratórias (VO_2 e FC) da corrida realizada em vMFEL.

Palavras-chave: *Triathlon, Corrida, Lactato.*

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine cardiorespiratory and metabolic responses (VO_{2max} , HR and [Lac]) of trained triathletes during a simulated olympic distance triathlon and analyze the physiological effect of swimming and the cycling with running at MLSS. Eleven trained triathletes ($32,2 \pm 4,8$ years old; $75 \pm 6,2$ kg; $178 \pm 0,1$ cm) performed the following tests in different days: 1) treadmill incremental protocol to evaluate VO_{2max} , IVO_{2max} and LAn; 2) cycle ergometer incremental test with own bicycle to determine VO_{2max} , IVO_{2max} and 70%Pmax; 3) five tests to determine the MLSS; 4) two simulated OT races: a cycling-running (CR) and a swim-cycling-running triathlon (SCR). When VO_{2max} response during the 60 minutes of cycling was analyzed, a significant difference was found only for the simulated CR ($41,8 \pm 6,0$ at minutes 5 and $47,1 \pm 6,4$ mL.Kg⁻¹.min⁻¹ at minute 60). Similarly, HR presented a significant difference for CR ($141,9 \pm 9,9$ at minute 5 and $156,8 \pm 8,1$ bpm at minute 60). When the two distinctive cycling situations were compared, there was a significant difference between the initial minutes, 5, 10, 15 and 30. There was a significant difference for [Lac] in CR, between the initial values ($1,5 \pm 0,6$) and minutes 20 ($3,5 \pm 1,4$), 40 ($4,0 \pm 2,5$) and 60 ($3,7 \pm 1,8$); and for SCR, between the initial values ($5,8 \pm 1,6$), minute 20 ($4,8 \pm 2,3$) and minute 60 ($4,2 \pm 1,9$). When the simulated tests were compared, there was a significant difference only at minute 20. In the three situations of simulated running analyzed (control, CR, SCR), significant differences for VO_2 were not observed, however when analyzed separately, a significant difference was found throughout the time for all conditions. A similar behavior in HR, to the one of VO_2 , during the time for the three circumstances. On the other hand, when the situations were compared for each time interval, no significant difference was found. For [Lac], a significant difference was found throughout the time (initial, 10 and 30 minutes) for the three settings. When compared between groups, a significant difference for initial minute of the control was found ($1,60 \pm 0,31$), and CR ($2,91 \pm 1,31$ mmol. L⁻¹) with SCR ($4,10 \pm 1,39$); as well as at minute ten of the control ($3,57 \pm 1,07$) and CR ($4,21 \pm 1,23$) in association to minute ten of SCR ($5,28 \pm 1,88$) and at minute 30 of the control ($4,27 \pm 0,67$) and CR ($4,02 \pm 1,08$) to SCR ($5,44 \pm 1,66$ mmol. L⁻¹). The author can conclude that the previous exercise of swimming and cycling does not intervene with the cardiorespiratory answers (VO_{2max} and HR) with running at vMLSS.

Palavras-chave: *Triathlon*, Running, Lactate.

SUMÁRIO

1. Introdução	01
1.1. Contextualização do Problema	01
1.2. Objetivos do Estudo	03
1.2.1. Objetivos Gerais	03
1.2.2. Objetivos Específicos	03
1.3 Hipóteses	04
1.4. Justificativa	04
1.5. Definição de variáveis obtidas em laboratório	06
2. Revisão de Literatura	07
2.1. Fatores Determinantes da <i>Performance</i> no <i>Triathlon</i>	07
2.2. Máxima Fase Estável de Lactato	10
2.3. Efeito da Natação no Ciclismo	14
2.4. Efeito do Ciclismo na Corrida.	17
3. Métodos	21
3.1. Caracterização da Pesquisa	21
3.2. Sujeitos do Estudo	21
3.3. Coleta dos Dados	22
3.4. Procedimentos Experimentais	22
3.5. Avaliação Antropométrica	23
3.6. Determinação do VO ₂ max, IVO ₂ max e LAN na corrida	23
3.7. Determinação do VO ₂ max, IVO ₂ max e LAN no ciclismo	24
3.8. Determinação da MFEL na corrida	24
3.9. Protocolo de simulação do <i>Triathlon</i>	25
3.9.1. Ciclismo-corrída (C-C)	25
3.9.2. Natação-ciclismo-corrída (N-C-C)	25
3.10. Coletas de Sangue	26
3.11. Hidratação	27
3.12. Calibração	27
3.1. Tratamento Estatístico	27
4. Resultados	29
4.1. Valores descritivos das variáveis analisadas.	29
4.2. Efeito do exercício prévio de natação sobre o ciclismo	33
4.3. Efeitos de 1 ou 2 modalidades prévias sobre as respostas fisiológicas da corrida	36
5. Discussão	40
5.1. Efeitos dos exercícios prévios de natação e ciclismo nas respostas fisiológicas da corrida realizada na MFEL	40
5.2. Efeitos do exercício prévio de natação nas respostas fisiológicas do ciclismo a 70% da Pmax	48

6. Conclusão	55
7. Referências	56

55
56

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 01.** valores médios de VO_2 durante os 60 minutos de ciclismo nos dois simulados 34
- Figura 02.** Valores médios de Consumo de Oxigênio durante 30 minutos de corrida nas três condições (controle, C-C e N-C-C) 37
- Figura 03:** Valores médios da variação de [Lac] durante as três situações 39

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

[Lac]: Concentração de Lactato Sanguíneo
FCmax: Frequência Cardíaca Máxima.
FC: Frequência Cardíaca
FC máx Frequência cardíaca máxima
LAn: Limiar Anaeróbio.
CE: Custo Energético
mmol.L⁻¹: Unidade de Medida da Concentração de Lactato Sanguíneo
O₂: Oxigênio
CO₂: Gás Carbônico
VO₂: Consumo de Oxigênio
VO₂max: Consumo Máximo de Oxigênio
IVO₂max: Intensidade Correspondente ao VO₂max
TO: *Triathlon* Olímpico
MFEL: Máxima Fase Estável de Lactato
vMFEL: Velocidade Correspondente na Máxima Fase Estável de Lactato
Pmax: Máxima Potência Aeróbia
EM: Economia de Movimento
Bpm: Batimentos por minuto
Drafting: zona de baixa pressão
C: corrida controle
sC-C: simulado ciclismo corrida
sN-C-C: simulado natação ciclismo corrida

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados antropométricos da amostra	21
Tabela 2. Valores médios, desvios padrão e coeficiente de variação referente aos resultados dos testes incrementais	30
Tabela 3. Valores médios, desvios padrão e coeficiente de variação referente aos resultados do teste incremental de esteira e protocolo de máxima fase estável de lactato	31
Tabela 4. Valores descritivos referente aos resultados da etapa de natação realizada durante o simulado N-C-C	32
Tabela 5. Valores médios e desvios padrão, referentes às respostas das variáveis analisadas durante o ciclismo nos simulados C-C e N-C-C	33
Tabela 6. Valores médios e desvios padrão, referentes ao comportamento da FC ao longo do tempo analisadas durante o ciclismo nos simulados C-C e N-C-C	35
Tabela 7. Valores médios e desvios padrão, referentes as [Lac] analisadas durante o ciclismo nos simulados C-C e N-C-C	35
Tabela 8. Valores médios e desvios padrão, referentes às respostas das variáveis analisadas durante a corrida em vMFEL controle e durante os simulados C-C e N-C-C.	36
Tabela 9. Valores médios e desvios padrão, referentes à FC analisada durante a realização das três corridas C, C-C e N-C-C	38
Tabela 10. Valores médios e desvios padrão, referentes às [Lac] analisadas durante a realização das três corridas Controle, C-C e N-C-C	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resumo dos protocolos de simulação do <i>Triathlon</i>	26
---	----

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização Do Problema

O *triathlon* é um esporte multi-disciplinado que envolve sequencialmente três etapas (natação, ciclismo e corrida) unidas por duas transições (natação para ciclismo e ciclismo para corrida) (BENTLEY et al., 2002). Assim, os melhores resultados da competição estão relacionados também à habilidade de unir adequadamente esses diferentes eventos, mostrando a importância do treinamento visando aperfeiçoar as transições (HUE et al., 1998) e não apenas os métodos específicos de treinamento para adquirir elevados níveis de desempenho nas três modalidades simultaneamente (FRAGA, 2006).

No ano de 2000, o *triathlon* fez sua estréia nos Jogos Olímpicos de Sydney, com a distância olímpica de 1,5 km de natação, 40 km de ciclismo e 10 km de corrida. Desde então esta metragem olímpica é utilizada para os campeonatos mundiais, pan americanos, sul americanos, brasileiros e regionais (FILHO, 2004).

As competições são conduzidas sob diferentes condições, no que se refere às técnicas e táticas individuais (BENTLEY et al., 2002); no entanto, os triatletas percorrem a mesma distância durante as provas e segundo Ewyk (2005), os tempos para finalizar uma prova de *Triathlon* Olímpico (TO) dependem do nível de condicionamento físico do atleta e/ou das condições do percurso da prova, podendo variar entre 1h e 50min e 2h e 20min para os primeiros colocados.

A maioria das pesquisas no *triathlon* tem dado maior atenção aos efeitos do ciclismo na subsequente *performance* da corrida e apenas poucos estudos têm destacado os efeitos que a natação provoca no ciclismo em relação ao gasto energético e alterações da *performance* (DELETRAT et al., 2003; KREIDER et al., 1988; LAURSEN et al., 2000).

Revisões sobre *performance* em *triathlon* indicam que as demandas metabólicas induzidas pela natação podem interferir no gasto energético e no desempenho das modalidades subsequentes (BENTLEY et al., 2002; MILLET; VLECK, 2000).

Desde que no TO passou ser permitido circular em grupo durante a etapa de ciclismo, o treinamento da natação e da corrida passou a ser prioridade, pois levam vantagem aqueles competidores que saem logo da água e realizam a transição com certa rapidez, pois assumem uma posição de destaque nos primeiros quilômetros do

ciclismo e tendem a permanecer nela até o final do percurso (FILHO, 2004).

Por outro lado, alguns estudos têm mostrado significante correlação entre o tempo obtido no ciclismo e na corrida com o desempenho final da prova; contudo, encontram-se pesquisas que não mostram correlação significante entre o tempo obtido na natação e a *performance* da prova (DELEXTRAT et al., 2005).

A segunda transição, ciclismo para corrida, é tradicionalmente considerada mais importante que a primeira (natação para ciclismo) no desempenho de uma prova de TO, justificando assim, o maior destaque para esta transição nos estudos relacionados ao desempenho no *triathlon* (BENTLEY et al., 2002; MILLET; VLECK, 2000; HUE et al., 1998; MARGARITIS, 1996; DE VITO et al., 1995).

Segundo Coutts (et al., 2000), a *performance* na etapa de corrida parece ser o evento que apresenta maior correlação com o sucesso obtido na prova de *triathlon*. Estudos mostram que, geralmente, os atletas que empregam as maiores velocidades na corrida são aqueles que apresentam o melhor desempenho na prova, justificando a importância da corrida para a determinação da *performance* no TO (COUTTS et al., 2000; LOPES, 2006). Ambos os estudos, respectivamente encontraram valores elevados de correlação ($r=0,89$ e de $r=0,85$) entre o tempo de corrida e o tempo final de prova.

Vários estudos que analisam os componentes determinantes do sucesso no *triathlon* investigaram somente a influência do ciclismo na *performance* da subsequente corrida (FRAGA et al., 2005; BERNARD et al., 2003; MILLET; VLECK, 2000; SCHNEIDER et al., 1990) e/ou apenas analisaram os efeitos da natação sobre o ciclismo, como demonstrado por Kreider et al. (1988), os quais reportam uma perda de 17% na potência do ciclismo após a realização de 800m de natação.

Além disso, alguns autores encontraram uma elevada correção entre a v_{MFEL} determinada por meio dos testes laboratoriais e a *performance* no *sprint triathlon*, sugerindo, assim, que a v_{MFEL} poderia explicar, em parte, o desempenho no *triathlon* (SCHUYLENBERGH et al., 2004).

A velocidade empregada na corrida durante o *triathlon* parece depender da intensidade das modalidades anteriores (natação e ciclismo), visto que a depleção de glicogênio muscular associado a deficiência energética (SANTOS; DEZAN; SARRAF, 2003) ou modo

de estimulação para a contração muscular (POWERS; HOWLEY, 2000), poderiam influenciar na manutenção da vMFEL na distância de 10 km de corrida.

Contudo, é possível notar, ainda, a ausência de informações suficientes na literatura sobre os mecanismos que explicam a relação entre a MFEL e o TO, justificando a relevância da presente investigação. Além disso, nenhum estudo investigou os efeitos do exercício prévio (1500m natação e 60min de ciclismo) na MFEL durante a corrida no *Triathlon*.

Juntamente com o número limitado de estudos na literatura em relação ao efeito da natação e do ciclismo sobre a MFEL, obtida durante a corrida. Todos esses aspectos apresentados até o momento justificam a realização desta pesquisa e sua importância para servir de referência para outros pesquisadores e, principalmente, para os profissionais que trabalham com triatletas e MFEL.

Portanto, este trabalho se propõe a investigar o seguinte problema de pesquisa: Que influência o exercício prévio (natação e ciclismo) provocaria na subsequente corrida realizada na MFEL quando comparada a uma corrida isolada?

1.2 OBJETIVOS DO ESTUDO

1.2.1. Objetivos Gerais

- Determinar as respostas cardiorrespiratórias (VO_2 e FC) e metabólicas (lactato) de triatletas treinados durante uma *performance* simulada de TO em laboratório.
- Analisar os efeitos fisiológicos da natação e do ciclismo na MFEL da corrida.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar os índices fisiológicos (VO_{2max} , IVO_{2max} e LAN) na corrida e no ciclismo em triatletas treinados;
- Determinar a vMFEL e a FCMFEL de triatletas treinados durante a corrida;

- Determinar e comparar as respostas fisiológicas (VO_2 , FC e Lactato) no ciclismo, a 70% da P_{max} , realizado isoladamente e precedido por 1500m de natação;
- Analisar as respostas fisiológicas (VO_2 , FC e Lactato) durante 30 minutos de corrida realizada na MFEL;
- Determinar e comparar as respostas fisiológicas (VO_2 , FC e Lactato) durante a corrida isolada na MFEL, precedida de ciclismo (60min) e de natação (1500m) e ciclismo (60min);
- Identificar as cadências preferidas dos triatletas no ciclismo, a 70% da P_{max} , realizado isoladamente e precedido por 1500m de natação.

1.3 Hipóteses

H1: As variáveis fisiológicas (VO_2 , FC e [Lac]) apresentam comportamento diferente no ciclismo, a 70% da P_{max} , quando precedidas pela realização de 1500m de natação em relação ao ciclismo isolado;

H2: As variáveis fisiológicas (VO_2 , FC e [Lac]) apresentam comportamento diferente na corrida de 30min na vMFEL quando precedidas pela *performance* de 1500m de natação, seguidas de 60min de ciclismo a 70% da P_{max} em relação a corrida isolada de 30min na vMFEL.

1.4 Justificativa

É possível verificar a existência de um grande interesse por parte da comunidade científica, no desenvolvimento de métodos precisos de treinamento visando obter o máximo rendimento, possibilitando desta forma, a melhora da *performance* de atletas altamente condicionados (GUGLIELMO, 2005).

De acordo com Coutts et al. (2000) e Lopez (2006), no *triathlon* a *performance* na corrida é o preditor mais importante do tempo total de prova. Entre os índices fisiológicos mais estudados para a predição da *performance* aeróbia durante a corrida estão incluídos o VO_{2max} , a IVO_{2max} , o LAn, e a EC (DENADAI et al., 2004). Dentre estes índices, os que determinam a capacidade aeróbia por meio do

lactato sanguíneo têm sido melhor associados com o sucesso em eventos predominantemente aeróbios (GRECO, 2003; DE-OLIVEIRA, 2004).

Neste contexto, a MFEL tem se destacado como “padrão ouro” quando associados com a *performance* aeróbia. Billat et al. (2004) e Philp et al. (2007) investigaram a sensibilidade da MFEL aos efeitos do treinamento e encontraram resultados como o aumento da velocidade de corrida, concluindo que o treinamento na $vMFEL$ exerce influência sobre as respostas fisiológicas (LAN, MFEL e VO_{2max}). Ainda neste sentido, Schuylenbergh, Eynde e Hespel (2004), investigaram o desempenho em uma prova de *sprint triathlon* (500m natação, 20 km ciclismo e 5 km de corrida) e observaram uma correlação de aproximadamente 0,98% quando relacionados à $vMFEL$ obtida em testes laboratoriais.

Contudo, é possível notar ainda, a ausência de informações suficientes na literatura sobre os mecanismos que explicam o comportamento da MFEL no *Triathlon*, justificando a relevância da presente investigação. Além disso, nenhum estudo investigou os efeitos do exercício prévio (1500m natação e 60min de ciclismo a 70% da P_{max}) na MFEL durante a corrida em um simulado de *Triathlon*.

Além do mais, os resultados obtidos neste estudo poderão ser utilizados na prática pelos técnicos e profissionais envolvidos com a atividade física, os quais visam planejar um treinamento mais eficiente, melhorando a *performance* do atleta.

1.5. Definição de variáveis obtidas em laboratório

Consumo máximo de oxigênio (VO_2max):

Conceitual: a mais alta captação de oxigênio alcançada por um indivíduo, respirando ar atmosférico ao nível do mar (ASTRAND, 1952).

Operacional: o VO_2max será o valor obtido no teste incremental em esteira rolante realizado no laboratório com base nos critérios propostos Taylor, Buskirk e Hensciel (1955) e Lacour et al. (1991).

Intensidade de exercício associada ao VO_2max (IVO_2max):

Conceitual: a velocidade (corrida e natação) ou potência (ciclismo estacionário) na qual o VO_2max é atingido durante um teste incremental (BILLAT et al., 1995).

Operacional: a menor intensidade de exercício na qual ocorre o VO_2max durante o teste incremental em esteira rolante realizado no laboratório (BILLAT et al., 1996a; BILLAT et al., 1999).

Onset of blood lactate accumulation (OBLA):

Conceitual: início do acúmulo de lactato sanguíneo (OBLA), caracterizado fisiologicamente como o ponto no qual a produção e remoção do lactato sanguíneo estão em equilíbrio (SJÖDIN; JACOBS, 1981).

Operacional: determinado por meio de uma interpolação linear (lactato x velocidade) obtidas em teste incremental prévio, na qual se considera uma concentração fixa de $3,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ (HECK et al., 1985).

Máxima fase estável de lactato (MFEL):

Conceitual: intensidade de exercício na mais alta concentração de lactato sanguíneo em que há um equilíbrio entre a sua produção e remoção durante exercícios prolongados e com cargas constantes (BENEKE, 2003).

Operacional: identificada como a mais alta concentração de lactato sanguíneo na qual não haja uma variação maior do que 1 mmol.L^{-1} nos últimos 20 minutos de exercício com cargas submáximas e constantes (JONES; DOUST, 1998; BENEKE, 2003).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fatores determinantes da *performance* no triathlon

Muitos pesquisadores tentaram demonstrar os fatores que determinam o sucesso na competição de *triathlon*, sendo estes muitas vezes relacionados a fatores fisiológicos e do treinamento, como exemplo o consumo máximo de oxigênio, o limiar anaeróbio, a economia de movimento e a utilização de substratos (O'TOOLE et al., 1989; De VITO et al., 1995; DENADAI; BALIKIAN Jr., 1995; MILLET et al., 2003; LAURSEN et al., 2005).

De maneira geral, o $VO_2\text{max}$ parece ser um indicador essencial da habilidade de atletas dessas modalidades intermitentes de maior aptidão aeróbia, porém para atletas que realizam exercícios de média e longa duração o $VO_2\text{máx}$ pode não ser o melhor indicador do desempenho (SVEDAHL; MACINTOSH, 2003), sendo mais importante para o atleta apresentar maior capacidade de se exercitar a um alto percentual da velocidade ou potência correspondente ao $VO_2\text{máx}$ durante desempenho em exercícios de média e longa duração (FERREIRA, 2005). Muitos autores têm demonstrado significante relação entre o $VO_2\text{max}$ e a *performance* em triatletas treinados (DENGEL et al., 1989; O'TOOLE et al., 1989; HAUSSWIRTH; LEHÉNAFF, 2001).

O $VO_2\text{max}$ é um identificador da aptidão cardiorespiratória (SILVA; TORRES, 2002) que representa a mais alta taxa, na qual o oxigênio pode ser captado e utilizado pelo corpo durante o exercício máximo (BASSETT; HOWLEY, 2000). Os triatletas parecem ser capazes de se exercitar, mantendo uma alta porcentagem do seu $VO_2\text{max}$ por um maior tempo; o que é especialmente importante para o sucesso da competição (OSORIO et al., 1990; COYLE, 1995; FARREL et al., 1979).

Ballesteros (1987) destaca que triatletas de nível internacional possuem $VO_2\text{max}$ por volta de 75 - 80 mL.kg⁻¹.min⁻¹. Dados esses, corroborados por Laursen (et al., 1993) em seu estudo comparando triatletas de elite com triatletas amadores, no qual constataram que os primeiros possuem valores de $VO_2\text{max}$ significativamente mais elevados do que os segundos ($p < 0,05$).

Quando analisado o $VO_2\text{max}$ de triatletas em cada etapa isoladamente da modalidade e comparado aos valores de nadadores, ciclistas e corredores, pode-se observar que não existem grandes

diferenças nos valores obtidos (CHAVAREN et al., 1996). Porém quando esses valores são correlacionados com o tempo total de prova há uma discordância entre os autores, no qual alguns encontraram correlações aceitáveis entre o tempo e o VO_2 max da etapa de natação e os tempos totais da prova ($r = -0,48$ para homens e $r = -0,93$ para mulheres)(SLEIVERT; WENGER, 1993). Já Dengel (et al., 1989) não encontraram nenhuma correlação entre o VO_2 max específico da modalidade e o tempo da etapa de natação em um *triathlon* de longa duração.

Para o ciclismo, alguns autores encontraram correlações entre o VO_2 max específico calculado em testes laboratoriais e o tempo da etapa em um TO ($r = -0,82$) (BENTLEY et al., 1998; SCHABORT et al., 2000). Schabort (et al., 2000) analisaram o VO_2 max específico de corredores com o tempo dos 10 km do TO, encontraram uma correlação de $r = -0,83$.

Chavarren; Dorado e López (1996) constataram que essa correlação entre o VO_2 max específico e o rendimento do triatleta durante a prova depende da distância da mesma, obtendo maiores correlações em provas mais curtas.

Entretanto, o VO_2 max não é o único fator que influencia a *performance* dos triatletas. Coyle et al. (1988) relataram que indivíduos com similares valores de VO_2 max podem ter diferentes *performances* e outros com similares *performances* podem ter diferentes valores de VO_2 max. Este fato sugere que o desempenho do atleta de resistência não está somente relacionado ao seu nível de VO_2 max, mas também a outras características funcionais de seu sistema aeróbio (SILVA, 2001).

Diante do exposto, o limiar anaeróbio (LAn) tem sido considerado por diversos autores como um ótimo preditor do desempenho no TO (De VITO et al., 1995; ZHOU et al., 1997) juntamente com a economia de movimento (EM) (SLEIVERT; ROWLANDS, 1996; HAUSSWIRTH; LEHÉNAFF, 2001).

Pois de acordo com Sleivert e Rowlands (1996) em grupos homogêneos de triatletas altamente treinados, o valor de VO_2 max não deixa de ser um bom preditor de rendimento porém deve-se ter cautela ao utilizá-lo. No entanto, a resposta do lactato sanguíneo é altamente relacionada com o desempenho aeróbio (DENADAI, 1999; GRECO, 2003) podendo ser melhorado com o treinamento específico do triatleta (SLEIVERT; ROWLANDS, 1996).

Uma ineficiência na capacidade de eliminar e/ou metabolizar o ácido láctico pode causar mudanças nos valores de pH sanguíneo, o que acarreta um decréscimo na eficiência da capacidade de contração e coordenação muscular. Sabe-se que quanto mais tardiamente ocorre o aumento dos níveis de lactato no sangue, mais tempo poderá permanecer o atleta em atividade submáxima ou predominantemente aeróbia (POWER; HOWLEY, 2000).

De acordo com O'toole e Douglas (1995) os triatletas possuem valores de LAN em relação a porcentagens do VO_{2max} similares aos dos atletas especialistas em suas modalidades porém o LAN para os triatletas de elite varia entre as três disciplinas em relação ao VO_{2max} , situando-se entre 72-76% na natação, 61-81% no ciclismo e 70-72% na corrida (O'TOOLE et al., 1989; SLEIVERT; WENGER, 1993; SCHNEIDER et al., 1990).

Balikian e Denadai (1994) encontraram forte correlação entre o LAN e os tempos finais de natação ($r = -0,98$), ciclismo ($r = -0,90$) e corrida ($r = 0,89$), durante uma prova de curta distância (0,75Km natação, 20Km ciclismo e 5Km corrida), concordando com os resultados obtidos por KHORT et al. (1989), que encontraram correlação significativa entre a % VO_{2max} equivalente ao LAN e os tempos finais do ciclismo ($r = 0,72$) e da corrida ($r = 0,82$) durante o meio *ironman*.

Outro fator determinante a *performance* do TO é a chamada economia ou eficiência de movimento (EM) (JOYNER; COYLE, 2008). A EM pode ser entendida como sendo o consumo de oxigênio (VO_2) obtido, para uma determinada atividade submáxima de esforço (BRANDON, 1995; DENADAI, 1999; DE-OLIVEIRA, 2004). Neste sentido, um atleta mais econômico, consome menos oxigênio e, teoricamente, é possível concluir que é capaz de se deslocar mais rapidamente ou conservar energia para os estágios finais da competição (DENADAI, 1999). Kreider et al. (1988), afirmam que a introdução de exercícios sequenciais provoca diminuição da EM e, assim, reduz a eficiência da modalidade subsequente. Estudos como o de Martin e Coe (1991) trazem referências que a fadiga influencia negativamente a EM pelo fato de requisitar outros grupos musculares para manter o nível de trabalho requerido.

Teoricamente, o triatleta de sucesso, é aquele capaz de manter-se em alto nível de *performance* por mais tempo e com um menor consumo de oxigênio (O'TOOLE et al., 1989). Miura et al. (1997) demonstraram que o índice de economia nas etapas de ciclismo e

corrida, determinados em laboratório, são bons preditores de *performance* para triatletas e que estes possuem características de elevado $VO_2\text{max}$ e altos índices de EM.

Marino e Goegan (1993) registraram 54% de aumento no trabalho mecânico na corrida de 9km após realizar 40km de ciclismo quando comparada a uma corrida isolada de mesma distância. Também foi notada mudança na biomecânica da corrida após o ciclismo, o que conduz a um maior trabalho mecânico interno (redução na EM). A possível alteração na EM na corrida subsequente ao ciclismo também pode ser dependente do nível de *performance* em que o atleta se encontra (EWYK, 2005).

Millet e Vleck (2000) notaram uma diferença significativa entre triatletas de nível médio (níveis regional e nacional) e triatletas internacionais de elite em relação à EM na corrida, após uma *performance* de ciclismo. O custo de corrida diminuiu em 3,7% para os triatletas de elite, enquanto os de nível médio aumentaram em 2,3%. Diante disso, os autores concluíram que a EM difere em relação à fadiga muscular e possivelmente pelo nível de treinamento do atleta (MILLET; VLECK, 2000).

Sleivert e Rowlands (1996) relatam que uma boa EM ao longo das três etapas do *triathlon*, permite ao triatleta reservar energia para executar mudanças de ritmo ao longo da prova quando necessário e parece ser um índice que possibilita grandes melhorias de *performance* para o triatleta.

2.2. Máxima Fase Estável de Lactato

Estudos têm verificado que o LAn pode, de modo mais preciso que o $VO_2\text{max}$, avaliar a capacidade de rendimento em provas de *endurance* (COSTIL et al., 1973; DENADAI, 1999).

A resposta do lactato sanguíneo durante o exercício submáximo tem sido utilizada para a avaliação e prescrição do treinamento em atletas de diferentes modalidades esportivas. Uma das mais importantes vantagens da avaliação da capacidade aeróbia é a possibilidade de individualização da prescrição da intensidade do treinamento aeróbio (DE OLIVEIRA, 2008). O método considerado padrão-ouro na avaliação desta capacidade é a máxima fase estável de lactato sanguíneo (MFEL) (DENADAI, 1999; BENEKE, 2003).

A falta de consenso entre os pesquisadores se torna clara no próprio conceito da MFEL. Alguns autores a definem como sendo a mais alta concentração sanguínea de lactato [Lac] que pode ser mantido em estado estável durante a realização de exercícios contínuos e prolongados com intensidade constante (DENADAI et al., 2004). A MFEL, ainda parece ser o limite superior, no qual ainda se observa estabilidade no equilíbrio ácido-básico e nas trocas ventilatórias (GAESSER; POOLE, 1996), sendo freqüentemente indicada para a prescrição do treinamento aeróbio, particularmente em atletas (KINDERMANN et al., 1979).

A intensidade de exercício correspondente a MFEL representa a maior intensidade submáxima de esforço, que pode ser realizada sem predominância do metabolismo anaeróbio (HECK et al., 1985). Para Billat et al. (2003) propõem um conceito unificador de forma que a MFEL é definida como a mais alta [Lac] (MFELc) e intensidade (MFELw) que podem ser mantidas ao longo do tempo sem um contínuo acúmulo de lactato.

Segundo Billat (1996), o tempo máximo de esforço realizado na intensidade da MFEL ainda não apresenta consenso entre os pesquisadores e especula-se estar, em média, próximo a uma hora.

Essa estimativa de tempo foi confirmada por Billat et al (2004), em corredores amadores de longa distância (41 ± 5 anos). Em relação à sensibilidade da MFEL aos efeitos do treinamento, o estudo demonstrou aumento de 44min para 63min e de 10 km para 16 km no tempo de exaustão na intensidade da MFEL.

Contudo, sua identificação se dá através da realização de 4-6 séries de exercícios de carga constante, preferencialmente em dias diferentes com 30 minutos de duração (FERREIRA, 2005). Este procedimento aumenta os custos operacionais do laboratório e pode também interferir na rotina de treinamento do atleta (FIGUEIRA et al., 2008; DENADAI et al., 2004).

De acordo com Beneke (2003) os testes devem ter duração mínima de 20 minutos, mas estudos recentes têm usado duração de 30 minutos (BENEKE, 2003; DENADAI et al., 2004; DENADAI et al., 2005).

Na tentativa de eliminar estes inconvenientes, alguns estudos têm tentado identificar indiretamente a intensidade referente à MFEL, durante um único exercício incremental.

Heck et al. (1985) verificaram em um grupo heterogêneo (corredores de *endurance* e indivíduos ativos) que a intensidade obtida durante um teste incremental correspondente a 4mmol.L^{-1} (LAN) é válida para determinar indiretamente a MFEL durante a corrida. Porém a determinação da MFELc apresenta grande variação individual. No próprio estudo clássico de Heck et al. (1985) mostrou-se que a média da [Lac] na MFEL foi de 4mmol.L^{-1} , contudo com variação de 3,0 a $5,5\text{mmol.L}^{-1}$.

Beneke (1995) verificou que a massa muscular envolvida na realização de um determinado tipo de exercício pode superestimar a determinação do LAN, interferindo na identificação da MFEL. Billat, (2003) em seu estudo, constatou que valor médio da MFELc é 4mmol.L^{-1} e que este valor está relacionado ao desenvolvimento de potência por unidade de massa muscular envolvida no exercício. Dando continuidade a seus estudos, Beneke et al. (1996) investigaram atletas de elite (11 remadores, 6 patinadores e 16 ciclistas e triatletas), cada um realizando seu tipo específico de exercício, e obtiveram MFEL de 3,1, 6,6 e 5,4 mmol.L^{-1} , respectivamente, mostrando que a MFEL parece depender da quantidade de músculo envolvida. Posteriormente, Beneke (2003) verificou, em remadores, um menor valor de MFEL no remo ($3,4\text{mmol.L}^{-1}$) em relação ao ciclismo ($4,8\text{mmol.L}^{-1}$), sugerindo que a MFEL parece diminuir com o aumento da massa muscular utilizada.

Outro fator que pode influenciar na validade do LAN para estimar a MFEL, é o nível de treinamento aeróbio dos indivíduos. Alguns estudos têm proposto que a [Lac] no LAN poderia diminuir com o aumento da *performance* aeróbia (SIMON et al., 1981). Estudando o mesmo indivíduo no ciclismo e na corrida, Figueira et al. (2008) verificaram uma maior MFELc no ciclismo ($4,9\text{mmol.L}^{-1}$) do que na corrida ($3,6\text{mmol.L}^{-1}$), porém a % MFEL em relação ao VO_2max foi similar nos dois tipos de exercício (68 e 75%, respectivamente). Portanto, parece que o tipo de exercício determina diferentes tipos de contrações e massa muscular participante que influenciam na MFEL, porém a % MFEL parece ser influenciada pelo estado de treinamento aeróbio e não pelo tipo de exercício.

Além disso, outros estudos têm verificado grande variação individual ($2\text{-}12\text{mmol.L}^{-1}$) na MFELc e esta não tem sido correlacionada com o desempenho (BENEKE et al., 2000).

Em diversas modalidades desportivas, individuais e coletivas, a corrida é parte integrante específica e/ou básica da

preparação física dos atletas, sendo que a identificação da vMFEL é útil para a aplicação otimizada das cargas de treino (CARMINATTI, 2006).

Entretanto, Beneke (1995) verificou em remadores com diferentes níveis de *performance*, que o LAn superestimou a MFEL. Diante disso, fica clara a importância da realização dos testes para se encontrar a vMFEL individual para evitar uma prescrição errada de velocidade de treino para o atleta. Como foi comprovado por Stegmann et al. (1981) verificaram que, embora a média da [Lac] na intensidade da MFEL fosse de aproximadamente 4mmol.L^{-1} , houve grande variação individual em seu estudo ($1,5$ a $7,0\text{mmol.L}^{-1}$).

Philp et al. (2007) identificaram que métodos de treinamento contínuos e intermitentes na corrida, na velocidade correspondente a MFEL, promovem uma melhora da mesma quando relacionada às respostas fisiológicas (LAn, MFEL e VO_2max).

Alguns autores relatam adaptações fisiológicas geradas pelo treinamento na vMFEL que proporcionam a melhoria da *performance* em provas de 8km, 10km e maratonas (JONES; DOUST, 1998; BILLAT et al., 2003; BILLAT et al., 2004).

O estudo realizado por Balakian e Denadai (1994) com seis triatletas durante uma prova de *short triathlon* (750 metros de natação, 20 km de ciclismo e 5 km de corrida), cujo objetivo foi determinar a correlação entre LAn ($4,0\text{mmol.L}^{-1}$) e a *performance* e, comparar a velocidade correspondente ao LAn na natação, ciclismo e corrida, com a velocidade média destas provas durante o *short triathlon*, concluiu que houve correlação significativa entre a velocidade do LAn na natação, ciclismo e corrida e o tempo no percurso em cada evento ($r = -0,98$, $r = -0,90$ e $r = -0,89$), respectivamente.

Schuylenbergh, Eynde e Hespel (2004) realizaram um estudo com 10 estudantes de Educação Física do sexo masculino, idade de $21,9 \pm 0,3$ anos, 179 ± 2 cm e $67,5 \pm 2,5$ kg. Todos eram praticantes de *triathlon* há pelo menos um ano e tinham participado de pelo menos três competições de *triathlon* com objetivo de avaliar o desempenho no *triathlon* de curta distância relacionando-o com os testes de laboratório, identificando a MFEL (4mmol.L^{-1}). Os dados obtidos pelo presente estudo demonstram que a MFEL é uma ferramenta muito precisa para estimar o desempenho para o *triathlon* de curta distância. A velocidade de corrida encontrada pela MFEL foi apontada como o fator mais importante para prever o desempenho do *triathlon*, compatível com outras observações feitas por LANDERS et al. (2000) onde o

desempenho da corrida é a variável mais importante para determinar a *performance* de atletas de *triathlon* durante uma competição de *triathlon* olímpico.

2.3. Efeito da natação no ciclismo

A natação é a primeira etapa de uma prova de *triathlon*, isso a torna bem disputada, uma boa posição durante a natação, principalmente nos dias de hoje que andar em grupo durante a etapa de ciclismo é permitido em algumas provas (*drafting*), pode garantir uma boa colocação durante e ao final da prova. Já nas provas em que o *drafting* no ciclismo não é liberado, a etapa de natação é considerada a que exerce menor importância ao final de um *triathlon* (LANDERS et al., 2008). Essa regra gerou grande impacto com relação à tática, ao tempo final das provas e ao treinamento dos triatletas.

Porém, ao contrário da etapa de ciclismo, onde o *drafting* pode ou não ser liberado, uma prática comum entre nadadores e triatletas, tanto no treinamento em piscina como nas competições em águas abertas é a utilização do efeito da esteira (semelhante ao *drafting* no ciclismo), ou seja, nadar imediatamente atrás de outro atleta, a fim de obter um menor dispêndio energético para uma mesma velocidade (RIBEIRO et al., 2001).

Chatard et al. (1998) comprovaram o efeito positivo da esteira sobre o desempenho em natação, observando uma melhora média de 3,2% no tempo final para 400 metros entre triatletas quando estes se mantinham atrás de outro nadador durante o esforço máximo.

A maioria das pesquisas no *triathlon* tem dado maior atenção aos efeitos do ciclismo na subsequente *performance* da corrida e apenas poucos estudos têm destacado os efeitos que a natação provoca no ciclismo em relação ao gasto energético e à diminuição de *performance* (DELETRAT et al., 2003; KREIDER et al., 1988; LAURSEN et al., 2000).

Vleck et al. (2006) utilizaram 24 triatletas homens participantes de uma etapa da Copa do Mundo de *Triathlon*, no qual examinaram, monitoraram e compararam cada modalidade (natação, ciclismo, corrida) da categoria elite através de um sistema de vídeo e GPS e concluíram que o desempenho da natação e da corrida podem ser mais importantes do que o ciclismo.

Anta et al. (2007) citando Rivas (2004) em sua análise da etapa de natação do *triathlon* das Olimpíadas de Atenas 2004, encontrou que nos primeiros 200 metros de prova a [La] permaneceu por volta de 14 mmol.L⁻¹. Este dado foi obtido mediante a realização de um teste simulando a distância da natação, no qual a [La] se deu devido ao *sprint* inicial que os triatletas realizam procurando um melhor posicionamento para etapa. Os autores concluíram ainda que cada vez que o atleta necessita realizar uma mudança de direção (contorno das bóias de sinalização) ou aceleração da velocidade de nado, as [La] se elevam. Vleck et al. (2006) corroborando com os resultados acima, descrevem que o primeiro terço da etapa de natação é determinante de uma boa colocação no resultado final de uma prova de *triathlon*.

Para que o triatleta consiga um bom desempenho durante a prova de *triathlon*, Cejuela (2005) preconiza que o triatleta necessita produzir, transportar e eliminar o lactato mais rapidamente. Visto que a etapa de natação é realizada acima do limiar anaeróbio, pode ocasionar altas [La], o que irá influenciar nos eventos subseqüentes (WELTMAN; REAGAN, 1983).

De acordo com Bentley et al. (2007) até o ano de 2006 surpreendentemente a distância dos 1500m do TO pouco havia sido investigada, apenas as distâncias de 750, 800 e 3000m eram mais estudadas (KREIDER et al., 1998; LAURSEN et al., 2000; MILLET; VLECK, 2000; BENTLEY et al., 2002; PEELING et al., 2005).

Laursen et al. (2000) não encontraram perda de potência significativa na prática de 3h de ciclismo após 3000m de natação. Em contraste, Kreider et al., (1998) relataram queda de 17% de potência no ciclismo realizado posteriormente à natação de 800m, comparado a mesma distância no ciclismo sem exercício prévio.

A disparidade entre os resultados dos estudos pode ocorrer em função da diferença entre distâncias e intensidades que cada prova de *triathlon* pode ser realizada, resultando, assim, em diferentes efeitos na *performance* de ciclismo durante o *triathlon* (BENTLEY et al., 2002).

Peeling et al. (2005) realizaram um estudo comparando a velocidade da natação, na qual os triatletas nadavam a 80–85%, 90–95% e 100% de sua velocidade máxima, associando à *performance* de ciclismo subseqüente. Realizado com a distância *sprint* (750m de natação, 20km de ciclismo e 5km de corrida) os autores encontraram que o ciclismo mais rápido foi o realizado após a natação em velocidade

80–85% da máxima, sugerindo a existência de um possível limiar de intensidade de realização da natação, prejudicando, desta forma, o desempenho de ciclismo subsequente.

Revisões sobre *performance* em *triathlon* indicaram que as demandas metabólicas induzidas pela natação podem interferir no gasto energético das modalidades subsequentes (BENTLEY et al., 2002; MILLET; VLECK, 2000). Kreider (et al., 1988) examinaram o efeito de 800m de natação nos 75min ciclismo subsequente e, com exceção da frequência cardíaca, as demais variáveis fisiológicas (VO_2 , potência, volume expiratório, pressão arterial e temperatura retal) apresentaram declínio na *performance*, que foi atribuída à diminuição da eficiência cardiorrespiratória, que, por sua vez, sofreu efeito do estresse térmico e 1,5% de desidratação.

Um recente estudo de Delextrat et al. (2003) corrobora o estudo anterior, demonstrando que 750m de natação (média de duração de 11min 56s) provocou uma significativa diminuição na eficiência total do ciclismo (de $16,0 \pm 1,7\%$ para $13,2 \pm 1,5\%$) quando comparado com a *performance* isolada de ciclismo na mesma duração e intensidade em atletas de *triathlon* de nível internacional.

Alguns estudos comprovaram que os níveis de lactato sanguíneo são mais elevados ao final da etapa de natação que nas demais etapas do *triathlon* (MARGARITIS, 1996; FARIA, 1992; FARBER et al., 1991). Embora outros estudos discordem dessa afirmação, são demonstradas altas concentrações mesmo em diferentes distâncias de prova, 750m natação ($9,1 \text{ mmol.L}^{-1}$, DELEXTRAT et al., 2003), 1500m ($5,75 \text{ mmol.L}^{-1}$), (LOPES, 2006) e em 3,000m ($5,5 \text{ mmol.L}^{-1}$), (LAURSEN et al., 2000).

Para Lopes (2006), a natação ($5,75 \text{ mmol.L}^{-1}$), por ser a primeira modalidade de um *triathlon*, é determinante ao acúmulo de lactato para as modalidades subsequentes, pois, apesar de haver uma remoção de lactato durante a corrida ($4,47 \text{ mmol.L}^{-1}$), os valores no ciclismo ($6,98 \text{ mmol.L}^{-1}$) foram elevados, caracterizando uma intensa produção e pouca remoção de metabólitos influentes no desempenho.

Resultados semelhantes foram apresentados por Delextrat et al. (2005) que encontraram significantes efeitos de 1500m de natação prévia no gasto energético do ciclismo, além de elevados valores de concentração de lactato sanguíneo durante todo teste em relação ao ciclismo isolado (1500m natação seguidos por 30min de ciclismo).

Ainda relatam uma diminuição de 13% na eficiência total do ciclismo após natação.

Porém, ainda são necessários estudos adicionais para determinar se as interferências nas respostas fisiológicas durante o ciclismo após a *performance* da natação poderiam influenciar o desempenho da corrida subsequente.

2.4. Efeito do ciclismo na corrida

A segunda transição, ciclismo para corrida, é tradicionalmente considerada mais importante que a primeira (natação para ciclismo) no sucesso final de uma prova de TO. Este tema tem sido o assunto de um grande número de pesquisas (BENTLEY et al., 2002; MILLET; VLECK, 2000; HUE et al., 1998; MARGARITIS, 1996; DE VITO et al., 1995).

Segundo Coutts et al. (2000), a *performance* na corrida é o preditor mais forte do tempo total de prova. Estudos mostram que geralmente os atletas que conseguem os melhores tempos na corrida são aqueles que finalizam a prova nos primeiros lugares e afirmam que a corrida é realmente a modalidade de maior influência para o desempenho final de uma prova de TO (COUTTS et al., 2000; LOPES, 2006).

Hue et al. (1998) compararam uma corrida do *triathlon* com uma corrida isolada, ambas com 10km, procurando avaliar os efeitos do ciclismo na corrida subsequente. A corrida do *triathlon* apresentou respostas fisiológicas específicas para variáveis metabólicas e cardiorrespiratórias, encontrando-se maiores valores para ventilação pulmonar, consumo de oxigênio, limiar ventilatório, frequência respiratória e frequência cardíaca, quando comparados aos valores da corrida isolada. Resultados semelhantes também foram encontrados por Bernard et al. (2003) e Millet e Vleck (2000).

Portanto, diferentes exercícios de mesma duração, realizados na mesma intensidade metabólica, podem apresentar diferentes respostas cardiorrespiratórias, devido à especificidade técnica de cada modalidade (BENTLEY et al., 2002). Essa afirmação retoma a idéia de que há inúmeras adaptações específicas inerentes à prática da corrida e do ciclismo, que proporcionam respostas tanto fisiológicas como biomecânicas diferenciadas.

Nesse sentido, Kreider et al. (1988) compararam as respostas fisiológicas obtidas durante uma sessão de *triathlon* (0,8km de natação, 40km de ciclismo e 10km de corrida), com valores observados em eventos separados e mostraram que o VO_2 e o VE elevaram-se durante a corrida após natação e ciclismo.

Outros estudos têm mostrado um aumento no VO_2 relativo à produção de trabalho e uma diminuição da velocidade de corrida após o ciclismo quando comparada a corridas isoladas (HUE et al., 1998; GUEZENNEC et al., 1996; BOONE; KREIDER, 1986). Hue et al. (1998) afirmam que o aumento da utilização de gordura associada à depleção do glicogênio é evidente durante a etapa de corrida no *triathlon* e isso pode explicar os altos valores de VO_2 relatados.

Além disso, para Bentley et al. (2002), as mudanças na eficiência da corrida provocadas pela fadiga neuromuscular podem ser pertinentes às respostas metabólicas contrastantes observadas quando realizado o ciclismo prévio e quando se realiza outra corrida como atividade prévia. É possível que as mudanças observadas no metabolismo do exercício, quando realizada corrida após ciclismo, possam ser causadas por mudanças na mecânica da corrida ou pelos padrões de recrutamento como uma consequência da atividade contrastante prévia (BRISWALTER et al., 2000).

Diante disso, Rowlands e Domney (2000) afirmam que, freqüentemente, são necessários vários quilômetros para ajustar as mudanças na locomoção, na corrida precedida pelo ciclismo. Neste contexto, Hue et al. (1998) destacam o fato de que os primeiros minutos após o ciclismo (transição ciclismo-corrida) podem afetar significativamente o resultado do restante da prova. Estudos mostram um decréscimo de até 8% na *performance* da corrida após um ciclismo de 40 km (MARINO; GOEGAN, 1993; GUEZENNEC et al., 1996; HAUSSWIRTH et al., 1996).

Nos primeiros minutos de corrida após a transição ciclismo - corrida, o triatleta sofre grandes alterações fisiológicas, tal como a relatada no estudo realizado por Hue (et al., 1999), demonstrando, em laboratório, que o ciclismo provoca uma melhora da freqüência respiratória e cardíaca e do consumo de oxigênio. Esse aumento do limiar ventilatório poderia estar associado à sensação de desconforto e de diminuição do desempenho na corrida do *triathlon* quando essa é comparada à corrida isolada (HUE et al., 2001). Já, para Vito et al. (1995), o aumento do VE decorrente da fadiga poderia ser

justificado por fatores centrais e periféricos que determinam um processo de fadiga muscular relacionado a exercícios de *endurance*.

Alguns autores como Gottschall e Palmer (2002) e Verduyssen et al. (2002) tem estudado as alterações biomecânicas no padrão da corrida causadas pelo ciclismo prévio. Entretanto, Millet e Vleck (2000) sugerem que o ciclismo anterior não afeta a biomecânica da corrida e que essa tendência na redução no custo da mecânica de corrida é causada pela regulação do enrijecimento muscular do atleta.

De acordo com Dengel et al. (1989), a alta capacidade aeróbia sozinha não assegura o sucesso no *triathlon*, o qual depende substancialmente de outras importantes variáveis fisiológicas (LAn, EM). Dessa forma, a economia de movimento e a capacidade de usar a menor fração da capacidade aeróbia para uma mesma carga de trabalho durante exercícios submáximos parecem melhor indicar o sucesso de desempenho para cada uma das modalidades que compõem o *triathlon* (FRAGA, 2006). Para Hausswirth et al. (2000), a economia na corrida - definida como uma estabilização das demandas aeróbias (VO_2) para uma dada velocidade - parece ser afetada tanto por eventos prévios, como, por exemplo, natação e ciclismo. Miura et al. (1998) examinaram um grupo de atletas de *triathlon* durante uma prova simulada incluindo 30 minutos de natação, 75 minutos de ciclismo e uma corrida de 45 minutos e encontraram que os triatletas com valores de VO_{2max} superiores e maior limiar ventilatório foram mais econômicos na etapa de corrida que os triatletas que possuíam menores valores.

Atualmente a cadência utilizada durante o ciclismo está sendo apontada como um fator de influência para a corrida subsequente (VERCRUYSEN et al., 2005; BERNARD et al., 2003; VERCRUYSEN et al., 2002). Gottschall e Palmer (2002) verificaram que a variação na escolha da cadência do ciclismo pode afetar a velocidade de corrida subsequente.

Dessa forma, foi observado que o uso de cadências mais elevadas no ciclismo aumentava substancialmente a velocidade média da corrida. Em seus estudos, compararam uma corrida de 3,2km, realizada após três condições de ciclismo: (1) uso da cadência preferida; (2) uso de uma cadência 20% mais rápida; (3) uso de uma cadência 20% mais lenta. Foi encontrado um aumento de 4% na velocidade da corrida realizada após o uso de altas cadências (comparada ao uso da cadência preferida), e um aumento de 7% - quando comparada ao uso de baixas cadências. Dessa forma, sugere-se que há influência da forma como o

ciclismo é realizado previamente à corrida: as altas cadências influenciam positivamente a corrida e a cinemática da passada, sendo que triatletas poderiam obter ganhos no desempenho da corrida se adotassem o uso de altas cadências no ciclismo.

Para melhor se aproximar da realidade de um evento de *triathlon*, muitos estudos estão analisando a influência do uso do *drafting* (zona de baixa pressão) no ciclismo na *performance* da corrida. Hausswirth et al. (1998) realizaram um estudo comparando a corrida isolada, a corrida do *triathlon* sem uso de *drafting* no ciclismo e a corrida subsequente ao ciclismo utilizando a situação de ciclismo com *drafting*.

Foi verificada a ocorrência de uma melhora no desempenho da corrida após a utilização do *drafting*, quando comparado à corrida do *triathlon* sem utilização do mesmo. Pode-se ressaltar que a melhor *performance* de corrida foi a de forma isolada realizada em menor tempo final (HAUSSWIRTH et al., 1998). Estes autores constataram que, para a *performance* do *triathlon*, a utilização do *drafting* no ciclismo promove uma melhora na *performance* final da corrida pois, com a utilização do *drafting* houve decréscimo de VO_2 em 14% ($P < 0.01$), diminuição da taxa de FC em 7,5% ($P < 0.01$).

3. MÉTODOS

3.1 Caracterização da pesquisa

Essa pesquisa caracteriza-se quanto à sua natureza como aplicada, visto que objetiva gerar conhecimentos de aplicação prática, e quantitativa quanto à abordagem do problema (SANTOS, 2008). Quanto aos objetivos propostos, a pesquisa caracteriza-se como sendo descritiva, tendo um *design* correlacional, pois segundo Thomas e Nelson (2002) é uma forma de pesquisa descritiva que tem como delineamento básico coletar dados sobre duas ou mais variáveis nos mesmos sujeitos e explorar as associações existentes entre elas.

3.2 Sujeitos do Estudo

Participaram da pesquisa 11 triatletas do sexo masculino, com idades entre 22 e 38 anos (Tabela 1). A seleção dos sujeitos foi do tipo intencional não probabilística, composta por triatletas que treinavam regularmente durante um período igual ou superior a dois anos precedente ao estudo e que participam de competições oficiais com distância olímpica promovidas pela Federação de *Triathlon* de Santa Catarina e/ou Confederação Brasileira de *Triathlon*. Para garantir uma homogeneidade da amostra, foi adotado como critério de inclusão, os atletas que possuem tempo de *performance* no *Triathlon* Olímpico no corrente ano da pesquisa até 2h e 25min.

Na tabela a seguir são apresentadas algumas características dos triatletas desse estudo.

Tabela 1. Dados antropométricos da amostra.

	IDADE (anos)	MC (Kg)	ESTATURA (cm)	GORDURA (%)
Média	32,2	75	178	8,28
DP	4,8	6,2	0,1	2,2

MC: massa corporal

3.3. Coleta dos 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). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) sob o registro nº 192/08.

Os dados foram coletados no Laboratório de Esforço Físico (LAEF) e na piscina semi-olímpica (25 metros) do Centro de Desportos (CDS) da UFSC.

3.4. Procedimentos experimentais

Na primeira visita ao laboratório foi realizada a avaliação antropométrica para ser determinada a caracterização da amostra e, em seguida, os indivíduos foram submetidos a um protocolo incremental para a determinação do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), da intensidade correspondente ao VO_{2max} (IVO_{2max}) e de intensidade correspondente ao limiar anaeróbio (LAN) na corrida em esteira rolante (INBRAMED MILLENIUM SUPER ATL 10.200).

Na segunda visita, os indivíduos foram submetidos ao protocolo para determinação do VO_{2max} , IVO_{2max} e 70% P_{max} no ciclismo realizado na própria bicicleta acoplada a um ciclossimulador eletromagnético da marca CompuTrainer Profissional modelo 8002 (RaceMate Inc®). Esse equipamento foi validado previamente em outras pesquisas (CANE et al., 1996; LAJOIE et al., 2000).

Nas três a cinco visitas seguintes os indivíduos foram submetidos a sessões de corrida com 30min de duração para determinação da MFEL.

Por fim, foram realizadas duas simulações da prova de TO sendo uma envolvendo a sucessão ciclismo-corrida (C-C), e outra envolvendo a seqüência completa de natação-ciclismo-corrida (N-C-C). Os participantes foram orientados a se apresentarem nos testes descansados, alimentados e hidratados e a não tendo realizado esforços intensos nas últimas 48 horas precedentes aos testes. Todos os testes foram realizados com temperaturas que variava entre 17 e 21°C. Todos

os testes foram realizados no mesmo horário do dia, respeitando intervalo mínimo de 24 horas.

3.5. Avaliação Antropométrica

A massa corporal foi medida utilizando-se uma balança eletrônica com precisão de 100g da marca Toledo. Para a determinação da estatura foi utilizado um estadiômetro com precisão de 0,1cm da marca SANNY. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado considerando a razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura (kg/m^2). A densidade corporal foi estimada a partir da equação específica para atletas do sexo masculino desenvolvida por Jackson e Pollock (1978).

$$DC = 1,112 - 0,00043499 (\Sigma 7\text{dobras}) + 0,0000055 (\Sigma 7\text{dobras})^2 - 0,00028826 (\text{idade})$$

Onde: ($\Sigma 7\text{dobras}$) = peitoral + axilar média + tríceps + subescapular + abdômen + supra-ílica anterior + coxa

A partir da densidade corporal do atleta pode-se determinar o percentual de gordura deste por meio da equação de Siri (1961).

$$\%G = [(4,95 / DC) - 4,50] \cdot 100$$

A utilização dos instrumentos descritos, assim como a obtenção das medidas de estatura, massa corporal e percentual de gordura, foram executadas seguindo os procedimentos e as padronizações sugeridos por Petroski (1999).

3.6. Determinação do VO_2max , IVO_2max e LAN na corrida

O VO_2max foi determinado utilizando-se um protocolo contínuo de cargas crescentes em esteira rolante. A velocidade inicial foi de $10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ e 1% de inclinação com incrementos de $1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada 3 min até exaustão voluntária. Ao final de cada estágio houve um intervalo de 30s para coleta de $25\mu\text{l}$ de sangue do lóbulo da orelha para determinação da concentração do lactato sanguíneo (BILLAT et al., 2000). O VO_2 foi mensurado respiração a respiração durante todo o teste a partir do gás expirado (Cosmed modelo Quark PFT ergo). O VO_2max foi considerado como o maior valor obtido durante o teste em intervalos de 15s. Para considerar se, durante o teste, os indivíduos atingiram o VO_2max , foram adotados os critérios propostos por Taylor et al. (1955)

e Lacour et al. (1991). A $IVO_2\text{max}$ foi considerada a menor intensidade de exercício na qual ocorreu o $VO_2\text{max}$ (BILLAT; KORALSZTEIN, 1996). O LAn foi determinado por meio de uma interpolação linear (lactato x intensidade), considerando-se uma concentração fixa de $3,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ (HECK et al., 1985).

3.7. Determinação do $VO_2\text{max}$, $IVO_2\text{max}$ e LAn no ciclismo

O $VO_2\text{max}$ foi determinado utilizando-se um protocolo contínuo de cargas crescentes na própria bicicleta do atleta acoplada a um ciclossimulador. A carga inicial foi de $1,5W.kg^{-1}$, com incrementos de $0,5W.kg^{-1}$ a cada 3min até exaustão voluntária. O teste foi interrompido quando o atleta não conseguiu manter a cadência acima de 70rpm (LUCIA et al., 2002). Nos 30s finais de cada estágio foram coletados $25\mu\text{l}$ de sangue do lóbulo da orelha para determinação da concentração do lactato sanguíneo (BILLAT et al., 2000). O VO_2 foi mensurado da mesma forma do protocolo incremental de corrida. A $IVO_2\text{max}$ foi considerada a menor carga de exercício na qual ocorreu o $VO_2\text{max}$ (BILLAT; KORALSZTEIN, 1996). O LAn foi determinado por meio de uma interpolação linear (HECK et al., 1985).

Quando a carga do estágio não foi completada, a $W_{\text{máx}}$ foi identificada segundo o método proposto por Kuipers et al. (1985).

$$W_{\text{máx}} = W_f + (t / 180 \times W_i)$$

Onde :

W_f : corresponde a potência do estágio não completado

t: Tempo em segundos de permanência no estágio não

completado

W_i : valor do incremento de carga

3.8. Determinação da MFEL na corrida

Para a determinação da velocidade de corrida correspondente à máxima fase estável de lactato ($v\text{MFEL}$), os atletas realizaram três ou mais sessões de 30min em velocidade constante. A velocidade do primeiro teste foi a velocidade correspondente à concentração de lactato sanguíneo de $3,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ obtida durante o teste incremental de corrida.

A $v\text{MFEL}$ foi determinada como a maior velocidade na qual a concentração de lactato sanguíneo não aumentou mais que 1,0

mmol.L⁻¹ entre o 10º e 30ºmin de corrida (HECK et al., 1985; BENEKE, 2003; BILLAT et al., 2003; DENADAI et al., 2004).

Se durante o primeiro teste um estado estável ou uma diminuição da lactacidemia foi observada, a intensidade dos testes subsequentes foi aumentada até que o estado estável do lactato não pode mais ser observado. Caso a lactacidemia durante a realização do primeiro teste não permanecesse um estado estável e/ou ocorresse a interrupção do teste pelo voluntário antes do término do teste, as intensidades subsequentes foram diminuídas. As intensidades dos testes constantes foram ajustadas em 0,5km.h⁻¹ na velocidade, com intervalos de 24h entre cada repetição (JONES; DOUST, 1998).

3.9. Protocolos de Simulação do *Triathlon*

3.9.1. Ciclismo-Corrída (C-C)

Cada participante realizou uma sessão de teste envolvendo a sucessão C-C, sendo 60min de ciclismo, seguido por 30min de corrida.

Antes de cada sessão de C-C, os atletas realizaram 10min de aquecimento na bicicleta a 33% da IVO₂max (LEPERS, 2001). Os 60min de ciclismo foram realizados na própria bicicleta do atleta, acoplada a um ciclossimulador com uma intensidade de 70% da Pmax (TEW, 2005; BERNARD et al., 2003) e na cadência preferida. Após o ciclismo, os participantes iniciaram os 30min de corrida na vMFEL em esteira rolante. A transição entre as duas modalidades (T2) foi padronizada para todos os atletas em 2min.

Durante todo protocolo o VO₂ foi mensurado respiração a respiração a partir do gás expirado (Cosmed modelo Quark PFT ergo) com os dados reduzidos a médias de 15s. O monitoramento da frequência cardíaca (FC) foi realizado por meio de um frequencímetro da marca Polar®, modelo S725, permitindo o registro e o armazenamento dos dados.

3.8.2. Natação-Ciclismo-Corrída (N-C-C)

Cada atleta realizou uma simulação da prova de TO, sendo 1500m de natação, 60min de ciclismo e 30min de corrida.

Antes de cada sessão de N-C-C, os participantes realizaram um aquecimento de 500m nadando. Os atletas foram encorajados a nadar os 1500m no menor tempo possível, simulando esforço real da prova. Durante a natação, o tempo de cada 25m foi registrado. Após a natação, os indivíduos correram aproximadamente 500m até o LAEF para iniciar o ciclismo. O tempo desta primeira transição (T1) foi padronizado para todos os atletas em 3min (DELETRAT et al., 2005; BENTLEY et al., 2007).

No ciclismo, os participantes pedalarão durante 60 min a uma intensidade de 70% da Pmax (TEW, 2005; BERNARD et al, 2003) e na cadência preferida.

Após o ciclismo, os atletas iniciaram os 30min de corrida na vMFEL na esteira rolante. A transição entre as duas modalidades (T2) foi padronizada para todos os atletas em 2min.

Durante a realização das simulações (ciclismo e corrida) o VO_2 foi mensurado da mesma maneira do C-C.

Quadro 1: Resumo dos protocolos de simulação do *Triathlon*

	Natação	Ciclismo	Corrida
C-C	X	60min 70% Pmax	30min vMFEL
N-C-C	1500m ritmo competição	60min 70% Pmax	30min vMFEL
Coleta de dados	Tempo; LAC; FC	VO_2 ; FC; LAC;	VO_2 ; FC; LAC;

LAC = lactato sanguíneo; VO_2 = consumo de O_2 ; FC = frequência cardíaca

3.10. Coletas de sangue

Para determinação da concentração de lactato sanguíneo foram coletados do lóbulo da orelha 25 μ l de sangue nos seguintes momentos:

- durante o protocolo C-C, foram coletadas amostras de sangue em doze momentos: em repouso; imediatamente antes do início do ciclismo; nos 20min, 40min e 60min do ciclismo; imediatamente antes do início da corrida; nos 10min e 30min da corrida e 3, 5, 7 e 9min após a corrida;

- durante o protocolo N-C-C, foram coletadas amostras de sangue em treze momentos: em repouso; após a natação; imediatamente antes do início do ciclismo; nos 20min, 40min e 60min do ciclismo; imediatamente antes do início da corrida; nos 10min e 30min da corrida e 3, 5, 7 e 9min após a corrida.

A coleta ocorreu com um capilar heparinizado e foi posteriormente armazenado em microtúbulos de polietileno com fluoreto de sódio com tampa (tipo Eppendorff). Em seguida, a leitura foi realizada pelo analisador eletroquímico YSI 2700 modelo STAT SELECT (precisão de 2%). O aparelho foi calibrado antes da realização da leitura por meio do uso de uma solução de concentração conhecida ($0,50 \text{ g.L}^{-1}$), conforme determina o fabricante (Incorporate).

3.11. Hidratação

A fim de amenizar os efeitos fisiológicos da desidratação induzida pelo exercício, os atletas ingeriram 500ml de água duas a três horas antes e 300ml de água (10 a 20 minutos) antes dos protocolos experimentais CC e NCC (COUTTS et al., 2000). Além disso, durante o ciclismo nos protocolos CC e NCC, os atletas ingeriram mais ou menos 30ml a 50ml de água a cada 10min (à vontade).

3.13. Calibração

A mensuração do consumo de oxigênio (VO_2) foi realizada pelo analisador de gases Cosmed modelo Quark PFT Ergo que mede a troca de gases respiração a respiração. O fluxo e o volume do ar expirado são medidos por uma turbina digital bidirecional que assegura uma grande exatidão dentro de uma escala larga de fluxo (até 20L.s^{-1}). O sistema Quark foi calibrado antes de cada teste para assegurar as medidas exatas do ar ambiente, do gás do cilindro e da turbina, de acordo com as recomendações do fabricante (Cosmed S. R. L.).

3.14. Tratamento Estatístico

Para apresentação dos dados foi utilizada estatística descritiva na forma de média, desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV). Foram utilizados os critérios estabelecidos por Gomes (1990) para determinar a homogeneidade das variáveis. Inicialmente foi

realizado o teste de *Shapiro-Wilk* e verificou-se que os dados possuíam distribuição normal.

Uma ANOVA para medidas repetidas foi realizada para determinar se existiam diferenças nos índices fisiológicos (VO_2 , FC e Lactato) para o ciclismo (*duathlon* e *triathlon*) e para corrida (controle, *duathlon* e *triathlon*). A fim de identificar as possíveis diferenças significativas, foi aplicado um teste *post-hoc* LSD.

Foi considerado, para todos os cálculos, $p < 0,05$. Para a realização do tratamento estatístico foi utilizado o aplicativo SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*), versão 11.5.

4. RESULTADOS

Os resultados referentes aos protocolos incrementais de ciclismo e corrida estão apresentados na tabela 2 e 3.

As simulações da prova de TO estão apresentadas da seguinte forma: comportamento das variáveis fisiológicas (VO_2 , FC e [Lac]) durante o ciclismo em função do tempo de prova e entre os simulados (C-C e N-C-C). Em seguida são apresentadas as resposta das mesmas variáveis durante as fases de corrida controle, C-C e N-C-C.

4.1 Valores descritivos das variáveis analisadas

A tabela 2 apresenta os valores descritivos das variáveis fisiológicas (IVO_2max , VO_2max , $FCmax$ e $70\%Pmax$) obtidas no teste incremental de ciclossimulador, juntamente com seus valores percentuais em relação aos valores máximos ($\%VO_2max$).

Tabela 2. Valores médios, desvios padrão e coeficientes de variação (CV) referentes aos resultados do teste incremental em ciclossimulador.

Variável	Média ± DP	CV
IVO ₂ max (km.h ⁻¹) / (W)	299,7 ± 31,2	10,4
VO ₂ max (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	60,3 ± 6,3	10,4
VO ₂ max (L.min ⁻¹)	4,4 ± 0,5	12,1
FCmax (bpm)	188 ± 14,4	7,7
70%Pmax (W)	208,5 ± 21	10,1
LL (W)	178,2 ± 26,5	14,9
LL (%Pmax) (W)	59,6 ± 7,7	13,0
VO ₂ LL (% VO ₂ max)	66 ± 8,9	13,5
% VO ₂ C-C (VO ₂ max)	76,2 ± 8,0	10,6
% VO ₂ N-C-C (VO ₂ max)	74 ± 7,5	10,2
OBLA (W)	227,1 ± 44,4	19,5
OBLA (%Pmax) (W)	75,2 ± 8,4	11,2

IVO₂max = intensidade correspondente ao VO₂max. VO₂max = Consumo máximo de oxigênio. FCmax = frequência cardíaca máxima. 70%Pmax = setenta por cento da potência máxima. LL (W) = carga em watts referente ao limiar de lactato. LL (%Pmax) (W) = carga percentual em relação a Pmax. VO₂LL (% VO₂max) = VO₂ percentual em relação ao VO₂max. % VO₂C-C (VO₂max) = percentual do VO₂ do simulado C-

C em relação ao VO_2 max. % VO_2 N-C-C (VO_2 max) = percentual do VO_2 do simulado N- C-C em relação ao VO_2 max. OBLA (W) = carga em watts referente ao OBLA. OBLA (%Pmax) (W) = carga percentual em relação à Pmax.

A tabela 3 apresenta as variáveis fisiológicas (IVO_2 max, VO_2 max, FCmax) obtidas nos testes realizados em esteira rolante e seus valores percentuais em relação aos valores máximos (% IVO_2 max). Também estão apresentados os valores correspondentes a MFEL (v MFEL, VO_2 MFEL e FCMEFEL) bem como seus percentuais em relação aos valores máximos (% IVO_2 max).

Tabela 3. Valores médios, desvios padrão e coeficiente de variação referente aos resultados do teste incremental de esteira e protocolo de máxima fase estável de lactato.

Variável	Média ± DP	CV
IVO_2 max (km.h ⁻¹) / (W)	17,9 ± 1,3	7,3
VO_2 max (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	64,9 ± 5,4	8,3
VO_2 max (L.min ⁻¹)	4,8 ± 0,6	12,4
FCmax (bpm)	189 ± 5,6	3,0
FC MFEL	166 ± 11,2	6,8
v MFEL (km.h ⁻¹)	14,2 ± 1,1	7,7
v MFEL (% IVO_2 max)	79,4 ± 2,5	3,1
VO_2 v MFEL (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	50,7 ± 5,4	10,8
VO_2 v MFEL (% VO_2 max)	80,8 ± 3,4	4,2

$IVO_2\text{max}$ = intensidade correspondente ao $VO_2\text{max}$. $VO_2\text{max}$ = Consumo máximo de oxigênio. $FC\text{max}$ = frequência cardíaca máxima. $FC\text{MFEL}$ = frequência cardíaca da máxima fase. $v\text{MFEL}$ = velocidade referente a máxima fase estável de lactato. $v\text{MFEL}(\%IVO_2\text{max})$ = percentual da $v\text{MFEL}$ em relação a IVO_2 . $VO_2v\text{MFEL}$ = consumo de oxigênio referente $v\text{MFEL}$. $VO_2v\text{MFEL}(\%VO_2\text{max})$ = percentual do $VO_2v\text{MFEL}$ em relação ao $VO_2\text{max}$.

De acordo com os critérios propostos por Gomes (1990), pode-se observar que o grupo de triatletas é homogêneo em relação a todas variáveis com exceção ao $VO_2\text{max}$ ($L\cdot\text{min}^{-1}$) e $VO_2v\text{MFEL}$ ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) que são considerados moderadamente homogêneo.

Os valores descritivos da *performance*, da $[\text{Lac}]$ e da FC obtidos ao final da natação realizada durante o simulado N-C-C estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Valores descritivos referentes aos resultados da etapa de natação realizada durante o simulado N-C-C.

	1500m (s)	$[\text{Lac}]$ ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	FC (bpm)
Média	1562	6,4	168
DP	247	1,9	14,6
Mínimo	1220	3,7	140
Máximo	2068	9,2	183

4.2. Efeito do exercício prévio de natação sobre o ciclismo

O comportamento do VO_2 , FC e [Lac] ao longo dos 60 minutos de ciclismo nos simulados de C-C e N-C-C, bem como seus percentuais em relação aos valores máximos, está apresentado na tabela 5.

Tabela 5. Valores médios e desvios padrão, referentes às respostas das variáveis analisadas durante o ciclismo nos simulados C-C e N-C-C.

Variável	Média ± DP	
	C-C	N-C-C
VO_2 (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	45,9 ± 6,8	44,5 ± 5,7
(%) VO_{2max}	76,2 ± 7,7	73,6 ± 7
FC (bpm)	149,4 ± 9,2*	159,2 ± 9,8
(%)FCmax	79,9 ± 6,2	84,5 ± 8,3
[Lac] (mmol.L ⁻¹)	3,2 ± 1,5*	4,8 ± 1,7

(%) VO_{2max} = percentual do VO_{2max} . (%) FCmax = percentual da FCmax.

* $p < 0,05$ em relação ao N-C-C

Como está apresentado na tabela 5, não foi encontrada diferença significativa entre os valores médios de VO_2 . Na Figura 1 pode-se observar o comportamento do VO_2 durante o ciclismo nas duas condições estudadas de simulação.

Por meio da ANOVA para dados repetidos, pode-se verificar que apenas no simulado C-C, houve diferença na média dos primeiros 5 min, em relação ao restante do tempo.

Já em relação ao simulado N-C-C não foi encontrada diferença significativa ao longo do tempo de exercício, permanecendo estável, iniciando com valores médios de $43,1(\pm 6,3)$ e atingindo valores de $44,1(\pm 6,8)$ mL.kg⁻¹.min⁻¹ ($p < 0,05$).

Quando se comparou os valores de VO₂ para cada intervalo de tempo entre os simulados, também não foi encontrada diferença significativa.

Figura 1. Valores médios de VO₂ durante os 60 minutos de ciclismo nos dois simulados.

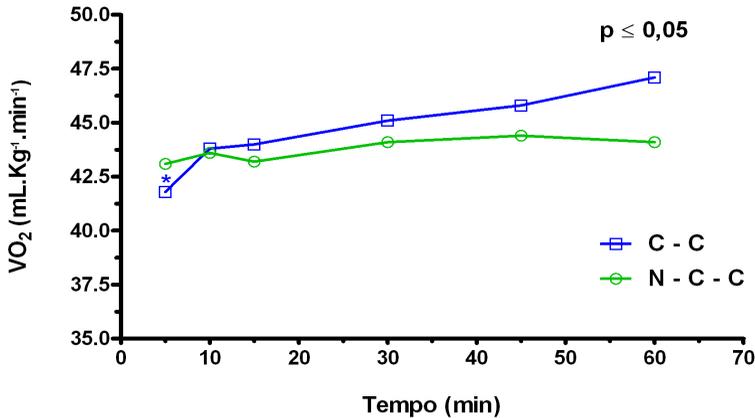


Figura 1. Valores médios de Consumo de Oxigênio ao longo do tempo de 60 minutos de ciclismo nos dois simulados.

* $p < 0,05$ ao longo do tempo (10, 15, 30, 45 e 60 minutos) dentro do mesmo grupo.

Em relação a FC, o simulado C-C apresentou comportamento similar ao do VO₂, se mostrando sensível ao longo do tempo, com diferenças significativas nos intervalos de tempo analisados. Para o simulado N-C-C não foi encontrada diferença significativa ao longo do tempo.

Quando comparado as duas situações de ciclismo com (N-C-C) e sem a natação prévia (C-C), foi observada diferença

significante entre os simulados nos seguintes momentos: início, 5, 10,15 e 30 minutos.

Tabela 6. Valores descritivos do comportamento da FC durante o ciclismo nos simulados C-C e N-C-C.

MINUTOS	5	10	15	30	45	60
C-C	142 ±9,9 ^{ab}	145 ±10,5 ^b	147 ±10,4 ^b	152 ± 9,9 ^b	154 ± 8,9	157 ± 8,1
N-C-C	157 ± 12,2	157 ± 11,9	160 ± 9,9	159 ± 9,8	159 ±9,7	162 ± 9,5

^ap < 0,05 ao longo do tempo (10, 15, 30, 45 e 60) dentro do mesmo grupo

^bp < 0,05 em relação ao simulado N-C-C

Em relação a [Lac] analisadas durante o ciclismo no simulado C-C, foi encontrada diferença significativa entre os valores iniciais e os minutos 20, 40 e 60. Para o simulado N-C-C foi encontrada diminuição nos valores de [Lac] com diferença significativa entre os valores iniciais e os de 60 minutos e de 20 com 60 minutos (Tabela 7). Quando realizada a análise entre os simulados foi encontrada diferença significativa apenas no início e aos 20 minutos.

Tabela 7. Valores médios e desvios padrão, referentes as [Lac] analisadas durante o ciclismo nos simulados C-C e N-C-C.

MINUTOS	Inicial	20	40	60
C-C	1,5 ± 0,6 ^{ac}	3,5 ± 1,4 ^c	4,0 ± 2,5	3,7 ± 1,8
N-C-C	5,8 ± 1,6 ^b	4,8 ± 1,9 ^b	4,4 ± 2,3	4,2 ± 1,9

^ap < 0,05 ao longo do tempo (em relação aos minutos 20, 40 e 60) dentro do mesmo grupo

^bp < 0,05 ao longo do tempo (em relação aos 60 minutos) dentro do mesmo grupo

^cp < 0,05 em relação ao simulado N-C-C

4.3. Efeito de 1 ou 2 modalidades prévias sobre as respostas fisiológicas da corrida.

A tabela 8 apresenta os valores de VO₂, FC e [Lac] obtidos por meio dos testes de MFEL nas três condições analisadas nesse estudo (controle, C-C e N-C-C).

Tabela 8. Valores médios e desvios padrão, referentes às respostas das variáveis analisadas durante a corrida na vMFEL controle e durante os simulados C-C e N-C-C.

Variável	Média ± DP		
	Controle	C-C	N-C-C
VO ₂ vMFEL (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	50,4 ± 5,6	51,5 ± 5,6	51,3 ± 6,1
VO ₂ vMFEL (%VO ₂ max)	80,4 ± 10,0	80,7 ± 10,4	80,9 ± 10,7
FC vMFEL (bpm)	166 ± 11,2	164 ± 9,3 ^a	169 ± 8,2
FC vMFEL (%FCmax)	87,5 ± 6,3	86,4 ± 5,4	89,6 ± 5,7
[Lac] vMFEL (mmol.l ⁻¹)	3,92 ± 0,86 ^b	4,12 ± 1,11	5,36 ± 1,74 ^b
[Lac] vMFEL (%Lacmax)	44,5 ± 5,75	42,0 ± 4,21	56,7 ± 6,75

^ap < 0,05 em relação a corrida controle e N-C-C

^bp < 0,05 em relação a corrida controle e C-C

VO₂vMFEL = consumo de oxigênio referente velocidade de MFEL.
 VO₂ vMFEL (%VO₂max) = percentual do VO₂vMFEL em relação ao VO₂max.
 FCvMFEL = FC referente a vMFEL. FCvMFEL (%FCmax) = percentual do FCvMFEL em relação ao FCmax.
 [Lac] vMFEL =

concentração de lactato referente a vMFEL. $[Lac] \text{ vMFEL } (\%Lacmax) =$ percentual da $[Lac] \text{ vMFEL}$ em relação à concentração máxima.

Nas três condições analisadas da corrida (controle, C-C, N-C-C) não foram observadas diferenças significativas no VO_2 , tanto nos minutos iniciais, quanto na média dos minutos finais (Figura 2). Entretanto, isolando cada condição, foi observado um aumento significativo desta variável ao longo do tempo. A ANOVA para dados repetidos demonstrou haver aumento significativo ($p < 0,05$) ao longo do tempo para as três condições de corridas.

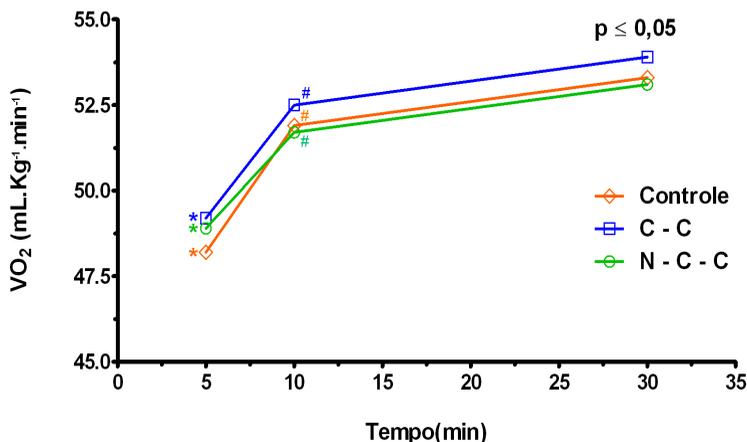


Figura 2. Valores médios de Consumo de Oxigênio ao longo do tempo de 30 minutos de corrida nas três condições (controle, C-C e N-C-C).

* $p < 0,05$ ao longo do tempo (10 e 30 minutos) dentro do mesmo grupo.

$p < 0,05$ ao longo do tempo (30 minutos) dentro do mesmo grupo.

Assim, como no VO_2 , a ANOVA para dados repetidos apresentados na tabela 9 demonstrou haver diferença significativa ($p < 0,05$) ao longo do tempo para as três situações, para FC. Por outro lado, quando comparada entre as três situações, para cada intervalo de tempo,

foi encontrado menor valor médio nos minutos 5, 10 e 30 do sC-C com a controle e sN-C-C, porém sem obter diferença significativa entre eles.

Tabela 9. Valores médios e desvios padrão, referentes à FC analisada durante a realização das três corridas Controle, C-C e N-C-C.

MINUTOS	5	10	30
CONTROLE	160±10,6 ^a	168±7,3 ^b	175±6,4
C-C	159±8,4 ^a	165±7,6 ^b	170±5,9
N-C-C	164±9,2 ^a	169±8,8 ^b	174±7,4

^ap < 0,05 ao longo do tempo (em relação ao minutos 10 e 30) dentro do mesmo grupo

^bp < 0,05 ao longo do tempo (em relação ao minuto 30) dentro do mesmo grupo

Na tabela 10 estão presentes os valores das [Lac] analisadas durante a realização das três corridas Controle, C-C e N-C-C.

Quando realizada a comparação dentro do mesmo grupo para as três condições, foi encontrada diferença significativa entre as [Lac] iniciais com 10^o e 30^o minutos. Quando comparada a [Lac] entre os simulados, foi encontrada diferença entre os minutos iniciais, 10 e 30 para o controle e C-C em relação ao N-C-C. Por outro lado, quando comparado o grupo controle com o C-C encontrou-se diferença apenas para o minuto inicial.

O sN-C-C apresentou maiores valores de [Lac], em relação a C-C e controle. Quando realizada a média da [Lac] do minuto 10 ao 30, foi encontrada diferença significativa do sN-C-C em relação a condição controle e ao sC-C.

Tabela 10. Valores médios e desvios padrão, referentes às [Lac] analisadas durante a realização das três corridas C, C-C e N-C-C.

MINUTOS	Inicial	10	30	Média 10 e 30
CONTROLE	1,60±0,31 ^{ac}	3,57±1,07 ^{bc}	4,27±0,67 ^c	3,9±0,9 ^c
C-C	2,91±1,31 ^{acd}	4,21±1,23 ^c	4,02±1,08 ^c	4,1±1,2 ^c
N-C-C	4,10±1,39 ^{ad}	5,28±1,88	5,44±1,66	5,4±1,8

^a p < 0,05 em relação ao tempo (10 e 30) dentro do mesmo grupo

^b p < 0,05 em relação ao tempo (30) dentro do mesmo grupo

^c p < 0,05 em relação à corrida N-C-C

^d p < 0,05 em relação à corrida controle

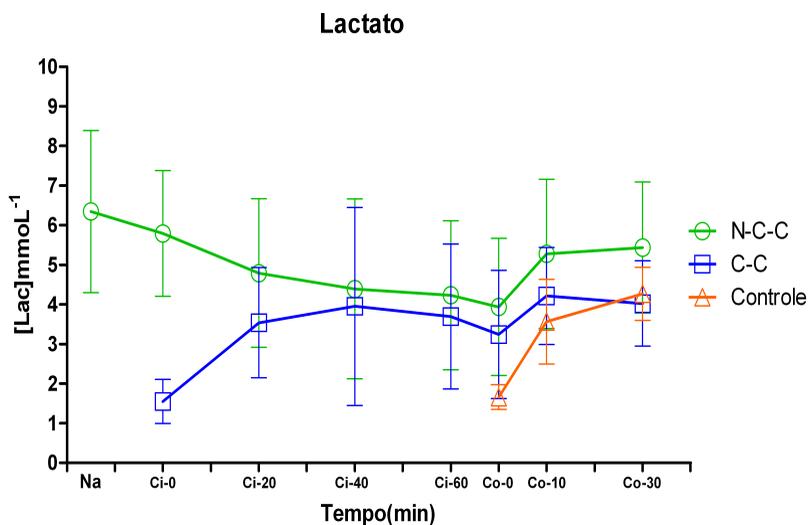


Figura 3. Valores médios de [Lac] ao longo do tempo nas três condições (controle, C-C e N-C-C).

5. DISCUSSÃO

5.1. Efeitos dos exercícios prévios de natação e ciclismo nas respostas fisiológicas da corrida realizada na MFEL

A intensidade de exercício correspondente à máxima fase estável de lactato sanguíneo (MFEL) tem sido amplamente investigada em diferentes modalidades esportivas (BENEKE; VON DUVILLARD, 1996; HECK et al., 1985; JONES; DOUST, 1998, FAUDE et al., 2008). Schuylenbergh, Eynde e Hespel (2004) demonstraram recentemente que a vMFEL da corrida foi o melhor índice preditor obtido em laboratório, para a performance de um *sprint triathlon* (0,75km natação, 20km ciclismo e 5km de corrida). Entretanto, não são conhecidos outros estudos que analisaram em triatletas, as respostas fisiológicas da corrida, realizada na vMFEL, logo após a realização das outras modalidades do *triathlon*. Assim, este foi o primeiro estudo que investigou o efeito de exercícios prévios no comportamento de algumas variáveis fisiológicas durante uma corrida em MFEL. No presente estudo, foram encontradas alterações significantes da resposta do lactato sanguíneo durante a corrida realizada após a natação de 1500m e o ciclismo de 60min, quando comparada a uma corrida controle ou a corrida realizada após somente o ciclismo. É interessante reforçar que ambas as situações de corridas foram realizadas na mesma velocidade absoluta e relativa (associada a MFEL medida diretamente). Desta forma, o delineamento experimental utilizado permite analisar as respostas fisiológicas nesta intensidade de corrida em três situações diferentes.

Estudos indicam que o desempenho da corrida tem sido considerado o principal determinante para o sucesso em competições de alto nível de *triathlon* de curta distância (MIURA; KITAGAWA; ISHIKO, 1997; COUTTS et al., 2000; SCHABORT et al., 2000). No mesmo sentido, LANDERS et al., (2000) afirmam que o desempenho da corrida é a variável mais importante para determinar a performance de atletas de *triathlon* durante uma competição de *triathlon* olímpico.

No estudo realizado por Schuylenbergh; Eynde e Hespel (2004) a [Lac] média da corrida realizada na vMFEL, foi de $5,3 \text{ mmol.L}^{-1}$ entre os minutos 10 e 30. No presente estudo a concentração média entre o mesmo intervalo de tempo citado acima foi de $3,9 \pm 0,9 \text{ mmol.L}^{-1}$ de lactato sanguíneo, valor este nitidamente menor que os triatletas estudados por Schuylenbergh; Eynde e Hespel (2004). A [Lac]

durante o exercício é o resultado de uma complexa inter-relação entre a sua formação, distribuição e utilização entre os diversos tecidos e compartimentos do organismo (BROOKS, 1985). Embora, diversos autores tenham encontrado uma concentração média de 4 mmol.L^{-1} como correspondente a intensidade da MFEL, é difundido o conhecimento de que existe uma elevada variação individual nesta concentração (FAUDE et al., 2008).

Principalmente quando uma atividade é realizada em intensidade superior a MFEL, a cinética da [Lac] no sangue apresenta um aumento em função do tempo nos exercícios de carga constante (FIGUEIRA; DENADAI, 2004). Classicamente esta estabelecido que o aumento maior a 1 mmol.L^{-1} de lactato sanguíneo entre o 10º e o 30º minuto de exercício, descaracteriza a MFEL. No presente estudo, apesar deste critério ser atingido em todas as corridas (controle, C-C e N-C-C) foram encontradas diferentes concentrações de lactato sanguíneo entre as condições. Como já foi descrito acima a [Lac] média na corrida controle foi de $3,9 \pm 0,9 \text{ mmol.L}^{-1}$ (entre o 10º e 30º min). Já na corrida realizada após o ciclismo de 60min, a concentração média de lactato foi de $(4,1 \pm 1,2 \text{ mmol.L}^{-1})$, enquanto no sN-C-C, apresentou um valor significativamente maior $(5,4 \pm 1,8 \text{ mmol.L}^{-1})$ que as duas outras situações.

Contudo, quando são analisados os efeitos do exercício prévio sobre os valores iniciais de lactato sanguíneo na corrida realizada na vMFEL, foram encontradas diferenças significantes entre a três condições (Controle = $1,6 \pm 0,3 \text{ mmol.L}^{-1}$, C-C = $2,9 \pm 1,3 \text{ mmol.L}^{-1}$ e N-C-C = $4,2 \pm 4 \text{ mmol.L}^{-1}$). Desta forma, pode-se especular que a [Lac] inicial apresenta elevada sensibilidade aos efeitos cumulativos das modalidades subsequentes. Estudos indicam que a [Lac] no sangue é fortemente dependente do gasto energético (CHAVARREN ; CALBET, 1999; RUAS et al., 2006).

É difícil realizar a comparação do presente estudo com os demais, pois existem poucas pesquisas que analisaram as três modalidades em seqüência, principalmente com distancias próximas a olímpica (DE VITO et al., 1995; SCHUYLENBERGH; EYNDE; HESPEL, 2004; PEELING; BISHOP; LANDERS, 2005; VLECK; BÜRGI; BENTLEY, 2006; BALDARI et al., 2007; VLECK et al., 2008; HAUSSWIRTH; BRISWALTER, 2008; PEELING; LANDERS, 2009).

A figura 3 apresenta a variação de [Lac] durante as três situações analisadas no presente estudo. Nota-se nitidamente há uma influência da [Lac] após a natação, na concentração inicial do ciclismo e esta diminuiu sistematicamente durante os 60min. Posteriormente, a [Lac] de corrida permaneceu em valores mais elevados que as outras duas situações. Interessante notar que na corrida do sN-C-C, existiu um aumento proporcional entre o início e os minutos 10 e 30, quando o mesmo não foi notado na corrida do sC-C (tabela 10).

Os valores mais elevados de lactato sanguíneo encontrados no sN-C-C podem estar associados com o recrutamento dos diferentes tipos de fibras musculares (BROOKS; MERCIER, 1994), a densidade capilar, a mobilização preferencial de gorduras como substrato energético, relativamente aos hidratos de carbono, para a mesma intensidade relativa de exercício, assim como o transporte facilitado do lactato através das membranas celulares quer para a circulação quer para a mitocôndria (através da ação dos transportadores protéicos de monocarboxilato – MCT) (BONEN, 2000; BROOKS, 2000).

Com base nos resultados encontrados e também na literatura pesquisada, pode-se especular que existe interferência do exercício prévio (C-C e N-C-C) na cinética do lactato, na utilização percentual de substratos e no padrão de recrutamento das fibras do tipo I e II, principalmente em função da relação entre intensidade e duração no *triathlon* olímpico.

Bentley et al. (2002) ainda afirmam que o ciclismo pode influenciar na mecânica ou no padrão de recrutamento da fibra muscular durante a corrida subsequente em função das características específicas de cada atividade. Hausswirth et al. (2000) afirmam que no *triathlon* os músculos são ativados de forma diferenciada. A corrida utiliza uma combinação de contrações concêntricas e excêntricas que não ocorrem de forma similar no ciclismo, que utiliza predominantemente de contrações concêntricas (FRAGA, 2006).

Além disso, os músculos durante uma corrida são submetidos à sobrecarga correspondente a várias vezes o peso corporal em cada passada, enquanto o mesmo não ocorre durante o ciclismo (HAY, 1981). Esses fatores também podem contribuir para a incidência de uma maior fadiga muscular. Segundo Enoka (2000), a fadiga muscular corresponde a uma classe de efeitos agudos que prejudica o desempenho, envolvendo processos motores e sensoriais.

A intensidade e duração da atividade muscular, a velocidade de contração, e a continuidade de sustentação de uma contração, são processos fisiológicos que podem ser afetados pelos impulsos eferentes, os músculos e unidades motoras ativadas, a propagação do estímulo, o acoplamento excitação contração, a disponibilidade de substratos metabólicos, o meio intracelular, o sistema contrátil e irrigação sanguínea para o músculo.

Para Hausswirth et al. (1996), o recrutamento de unidades motoras parece ser diferente entre o ciclismo e a corrida, podendo resultar em alterações nos estoques de glicogênio muscular, assim como maior fadiga periférica de determinados grupos musculares interferindo assim no início de uma corrida subsequente. De acordo com Rowlands e Domney (2000), o desempenho em exercícios prolongados é limitado pela capacidade do sistema aeróbio em fornecer suprimento de energia continuamente, o qual será necessário para contração muscular requerida.

Hausswirth et al. (1998) realizaram um estudo comparando a corrida isolada, a corrida do *triathlon* e a corrida subsequente ao ciclismo utilizando a situação de ciclismo com *drafting*. Foi verificada uma melhora no desempenho da corrida após ciclismo com *drafting*, quando comparado à corrida do *triathlon*. Entretanto, é importante ressaltar que a corrida isolada foi a que apresentou a melhor *performance* das 3 situações comparadas.

Costa e Kokubun (1995) realizaram um estudo, no qual foi simulada uma prova de *short triathlon*, com o intuito de verificar as [Lac] de cada modalidade e compará-las com as concentrações encontradas em provas isoladas de natação, ciclismo e corrida. Neste estudo, as concentrações de lactato sanguíneo ao final da corrida isolada e para simulação do *triathlon* foram $7,1 \text{ mmol.L}^{-1}$ e $6,8 \text{ mmol.L}^{-1}$, respectivamente. Foi encontrada correlação negativa entre a *performance* de ciclismo e a [Lac] ao término da natação, sugerindo, então, que os triatletas mais lentos no ciclismo tenderam a terminar a natação com valores mais elevados de lactato sanguíneo.

Da mesma forma, Peeling, Bishop e Landers (2005) concluíram que a alta intensidade, na qual a etapa de natação de um *short triathlon* é realizada, prejudica a *performance* das demais etapas do *triathlon*. Os autores encontraram uma elevada [Lac] após a etapa de natação ($9,1 \text{ mmol.L}^{-1}$) que permaneceu dessa maneira durante os primeiros 5 minutos de ciclismo contra-relógio ($11,3 \text{ mmol.L}^{-1}$).

Contudo, ao longo do ciclismo e ao final da corrida, não foi encontrada diferença significativa para as [Lac].

Estudos anteriores mostraram que o lactato no sangue, embora elevado após o segmento de natação, diminui progressivamente durante as provas de *triathlon* (FABER et al., 1991), indicando a utilização de lactato como substrato energético para o músculo durante o exercício. A oxidação de lactato por meio dos músculos ativos tem sido descrita como a principal via de metabolização do lactato (BROOKS, 2000). Em nosso estudo, observamos um comportamento semelhante ao relatado por Faber et al. (1991), no qual a [Lac] foi reduzida ao longo do ciclismo (realizado no presente estudo com carga constante), embora tenha aumentado novamente durante a corrida (Figura 3).

A principal limitação do presente estudo refere-se à intensidade percentual fixa de 70% da Pmax para todos os atletas no ciclismo, enquanto nas provas da modalidade a intensidade é, na maioria das vezes, auto-selecionada. Desta forma, as comparações com outros estudos e com situações práticas do *triathlon* são limitadas.

Analisando os valores médios de [Lac] no ciclismo, nota-se a tendência em remoção do lactato sanguíneo durante os 60min, levando a acreditar que a intensidade média para a amostra estudada foi realizada ligeiramente abaixo da MFEL desta modalidade, sendo desta forma compatível com a intensidade média que a maioria dos atletas selecionaria para realizar a etapa de 40 km de ciclismo em uma prova de TO.

Esta afirmação pode ser sustentada a partir dos dados de tempo de exaustão no ciclismo (MFEL) de 55 min, relatado por Baron et al. (2008), assim como por meio da análise dos percentuais em que a MFEL ocorre em relação a Pmax (DENADAI et al., 2004; BARBOSA et al., 2009). Denadai et al. (2004) e Barbosa et al. (2009) encontraram a MFEL do ciclismo em percentuais de 79 e 74% da Pmax respectivamente, sendo que a Pmax foi obtida em um teste incremental semelhante ao empregado no presente estudo.

Outro aspecto observado no presente estudo foi o comportamento do VO_2 e da FC durante a corrida, realizada nas três diferentes condições. Poucos estudos analisaram a resposta cardio-respiratória da corrida realizada na MFEL (LAFONTAINE; LONDEREE, SPATH, 1981; SCHUYLENBERGH; EYNDE; HESPEL, 2004; BILLAT et al., 2004; PHILP et al., 2008; FONTANA;

BOUTELLIER; PFLI-LENZIN,2009; HAVERTY; KENNEY; HODGSON, 2009).

No presente estudo, o VO_2 sofreu influência do tempo de exercício nas três situações, porém não foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) quando analisado o efeito dos diferentes exercícios prévios (natação e natação-ciclismo) no comportamento médio do VO_2 para as três corridas.

Esse resultado contrapõe os dados encontrados por BENTLEY et al. (2002); HAUSSWIRTH et al. (1996); VITO et al. (1995), os quais indicam que corridas com diferentes atividades prévias apresentariam valores de VO_2 diferenciados, porém nenhum desses estudos a etapa de corrida foi realizada em vMFEL.

Por outro lado, corrobora com alguns estudos, no que diz respeito ao comportamento do VO_2 na corrida realizada após o ciclismo. Tew (2005) realizou um estudo com 8 triatletas treinados, comparando uma corrida isolada de 10km com outras realizadas após 65min de ciclismo a 70% da P_{max} (em três diferentes cadências). Não foi observada diferença estatística no comportamento do VO_2 entre as corridas realizadas após diferentes cadências do ciclismo prévio.

Miura et al. (1997) verificaram a existência de uma relação entre a distância do TO e o VO_2 durante um teste simulado de laboratório, o qual os atletas realizaram a 60% do VO_{2max} . Foi encontrado um aumento progressivo dos valores de VO_2 , o qual provavelmente pode ser explicado em função do efeito residual do modo de exercício. Isso ocorre porque há um incremento das demandas fisiológicas com o aumento do tempo de exercício, o chamado componente lento de oxigênio (CAPUTO; DENADAI, 2003).

Contudo, no presente estudo, o comportamento do VO_2 ao longo do tempo foi semelhante para as três situações de corrida, sugerindo que a corrida na vMFEL não sofreu influência do exercício prévio.

Alguns estudos que investigaram os efeitos do exercício prévio de ciclismo sobre a corrida subsequente mostraram que nos primeiros minutos da corrida precedida pelo ciclismo ocorre um aumento dos valores de VO_2 (BERNARD et al., 2003; HUE et al., 1998; MILLET; VLECK, 2000; VERCRUYSSSEN et al.,2002). Porém, esses resultados são controversos na literatura.

De acordo com Fraga (2006), o aumento de VO_2 na etapa da corrida do *triathlon*, pode ocorrer em função de uma elevação

gradual na extração periférica de oxigênio na musculatura ativa. Além disso, um processo de fadiga na última modalidade do *triathlon* pode resultar em um maior recrutamento de unidades motoras, levando a uma maior contratilidade muscular, sendo assim, aumentando a necessidade de oxigênio e conseqüentemente resulta em uma diminuição da eficiência mecânica. Este fato pode ser também uma das causas da maior lactacidemia encontrada na corrida realizada após as duas modalidades iniciais do *triathlon*, pois aumenta o recrutamento das fibras tipo II.

Em adição a um elevado valor de VO_{2max} , o sucesso em eventos aeróbios também requer uma capacidade de se exercitar por um período de tempo prolongado a uma alta porcentagem do VO_{2max} (CAPUTO et al, 2009). Diante disso, é importante descrever em qual percentual relativo ao VO_{2max} o atleta esta se exercitando.

Billat et al. (1994) mostraram, em corredores profissionais, valores relativos de MFEL em torno de 81,7% VO_{2max} e 79,6% vVO_{2max} . Estes percentuais são muito próximos dos obtidos no presente estudo em relação a vVO_{2max} e ao VO_{2max} que em média foram de 79,4 e 80,4 %, respectivamente.

Outro estudo realizado por Lafontaine, Londeree e Spath (1981) com 7 corredores treinados relataram que a MFEL foi encontrada a 79,5% do VO_{2max} e Billat et al. (2004) com corredores treinados, mostraram que a $vMFEL$ ocorreu em torno de $85.3 \pm 5.2\%$ vVO_{2max} . Philp et al. (2008) também encontraram a MFEL a $78 \pm 1,5\%$ VO_{2max} em corredores após quatro semanas de treinamento.

O presente estudo realizou as etapas de ciclismo (C-C e N-C-C) com intensidade fixa de 70% P_{max} , resultando, assim, em respostas semelhantes de *performance* (velocidade média: 36,3 e 36,8 km/h^{-1} , respectivamente) e consumo de oxigênio (VO_2 : 46,7 e 45,0 $mL.kg^{-1}.min^{-1}$, respectivamente).

Hauswirth et al. (1999) e Vercruyssen et al. (2005) sugeriram que a potência constante durante a etapa de ciclismo, parece ser a melhor estratégia para a estabilização das respostas metabólicas durante o ciclismo e conseqüentemente ao longo da subseqüente corrida.

Assim sendo, no presente estudo não foi encontrada diferença significativa no VO_2 entre os simulados. Vercruyssen et al. (2005) e Bernard et al. (2007) analisaram a etapa de ciclismo também com potência fixa e não encontraram diferença estatística para a média de VO_2 entre as etapas de corrida em seus estudos, sugerindo que a

resposta de VO_2 ao exercício não pode explicar as diferenças observadas nas etapas de corrida precedidas pelo ciclismo.

O outro índice analisado no presente estudo foi a FC, a qual vem sendo utilizada como critério de intensidade de treinamento por várias décadas e por muitos treinadores. Uma das bases fisiológicas que regem a aplicação da FC como controlador de intensidade do esforço é a sua relação relativamente linear entre os percentuais da FCmax e do VO_{2max} (ACSM, 2000; LONDEREE, AMES, 1976; ZAVORSKY, 2000).

Millet et al. (2002) relataram que a natação dentro das modalidades do *triathlon* deveria proporcionar a menor FC devido a uma menor massa muscular envolvida, seu posicionamento na água e um menor efeito da gravidade, seguido pelo ciclismo em função do exercício ser executado sobre a bicicleta e por último a corrida, em virtude da maior massa muscular envolvida.

No atual estudo, não foram observadas diferenças significantes nos valores médios de FC ao final da etapa de natação e durante 30 minutos de corrida (168 bpm); entretanto, a média da FC no ciclismo foi de 160 bpm.

Levando em consideração que a FCmax atingida na natação é inferior ao ciclismo e principalmente à corrida, supõem-se que a natação foi realizada em intensidade relativa superior à corrida e possivelmente próxima ao ciclismo. Esta afirmação é válida analisando isoladamente os valores absolutos de FC nas três modalidades.

Em relação ao comportamento da FC durante a corrida realizada nas três situações, houve um aumento de 15 batimento para corrida controle (entre o 5º e o 30º min) e a média foi de 91,5% da FCmax. Na corrida do C-C a variação encontrada foi de 14 bpm, com uma média percentual de 89,4 da FCmax. Para a corrida do N-C-C, encontramos uma variação de 12 bpm para o mesmo período e o percentual médio foi de 92,2 % da FCmax.

Esse aumento lento, mas constante da FC é encontrado durante exercícios prolongados e de intensidade constante. Esta resposta da FC parece ser causada por uma progressiva diminuição do volume sistólico, resultando assim no aumento da FC para manter o débito cardíaco durante a prática do exercício (SHAFFRATH; ADAMS, 1984; GRANT et al., 1997).

Não foi encontrada diferença significativa nos valores de FC entre os simulados (C-C e N-C-C).

Em um estudo envolvendo seis ciclistas, realizado por Denadai (1995), foram analisadas as respostas de frequências cardíacas de um exercício realizado ligeiramente abaixo e acima do LAN. O autor conclui que tanto nos exercícios realizados abaixo como acima do LAN, a FC não seria um índice adequado para o controle da intensidade do exercício contínuo, pois com o decorrer do exercício ao longo do tempo (> 10 minutos) ocorre uma dissociação entre a FC e a carga que permanece constante.

5.2. Efeitos do exercício prévio de natação nas respostas fisiológicas do ciclismo a 70% da Pmax

A relação entre o tempo de exaustão e a intensidade de exercício está altamente ligada às respostas metabólicas, em especial, a cinética do consumo de oxigênio e de lactato (PUGA; 2007). Diante disso, Gaesser e Poole (1996) e mais recentemente Hill, Poole e Smith (2002) propuseram que as intensidades de esforço podem ser divididas em três diferentes domínios moderado, pesado e severo. Utilizando a identificação dos domínios metabólicos é possível entender os modelos de resposta do VO_2 . Quando o exercício é realizado dentro do domínio pesado (tem como limite superior a intensidade correspondente a MFEL), em virtude da presença do componente lento, existe um atraso para atingir a estabilização do VO_2 (DENADAI; CAPUTO, 2003). Com os resultados do presente estudo em relação aos dois ciclismoos (N-C-C e C-C), podemos notar um aumento de VO_2 ao longo do tempo mesmo com a carga constante.

Como o atual estudo fixou a potência de trabalho durante a realização do ciclismo (70% Pmax), o componente lento de O_2 , pôde ser observado com o aumento dos valores de VO_2 ao longo do ciclismo. Durante o simulado C-C foi encontrada uma diferença de $\pm 6 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ($41,8 \pm 6,0$ a $47,1 \pm 6,4 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) entre os minutos 5 e 60.

Embora esse aumento também possa ser observado ao longo do simulado N-C-C, esta variação dos valores de VO_2 ao longo do tempo foram menores, $\pm 1,0 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ($43,1 \pm 6,3$ para $44,1 \pm 6,8 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$).

De acordo com Clausen (1977), a combinação específica da modalidade e os efeitos fisiológicos provocados ao organismo pelo próprio treinamento, pode ser um processo próprio de adaptação central e periférica desenvolvidas pelos triatletas. Diante disso, a menor

variação dos valores de consumo observado durante o sN-C-C pode ter ocorrido em função das próprias adaptações da modalidade.

Entretanto após o 5º minuto, não foram encontradas diferenças nos minutos seguintes até o término desta etapa entre os simulados.

Hauswirth e Lehénaff (2001) apontaram que a progressão gradual nas cargas de treinamento na formação do triatleta gera respostas adaptativas mais estáveis, oferecendo melhores condições ao triatleta de superar competições extenuantes sem comprometer sua integridade fisiológica. Além disso, Kreider et al. (1988) demonstraram que a combinação das três modalidades de maneira contínua gera melhor adaptação térmica e cardiovascular quando comparada a resposta das disciplinas realizadas separadamente.

Analisando os estudos de Barbosa et al. (2009) com ciclistas treinados e de Baron et al. (2008) com indivíduos treinados, encontramos que as intensidades correspondentes a MFEL (74% Pmax e 71% do VO₂pico, respectivamente) foram próximas as obtidas em nosso estudo.

Outro estudo realizado por Baron et al. (2003) encontraram resultados semelhantes aos anteriores mostrados e ao presente estudo, com a MFEL ocorrendo a 71.3 ± 5.2 % VO₂max.

Diante desses resultados, podemos sugerir que o ciclismo foi realizado no domínio pesado, pois se encontrou próximos aos resultados encontrados quanto aos % VO₂max e potência referente a MFEL.

Os triatletas realizaram o ciclismo dos dois simulados em percentuais semelhantes em relação ao VO₂max (C-C = 76 % e N-C-C = 74 %), demonstrando não haver influência da natação prévia sobre a resposta média de VO₂ ao longo de 60min, já que em ambas condições a potência foi semelhante (70% Pmax).

De acordo com Delextrat et al. (2003), durante a última década muitas pesquisas vêm sendo realizadas a fim de entender melhor a influência do exercício prévio sobre o aumento do VO₂ no início do subsequente exercício.

Este grupo de autores, realizaram dois estudos (DELEXTRAT et al., 2003 e 2005) a fim de verificar o efeito da natação sobre o gasto energético do ciclismo. Os achados do presente estudo estão parcialmente de acordo com os resultados de Delextrat et al. (2005), já que estes autores encontraram um aumento significativo tanto

do VO_2 (5%), como da FC (9,3%) no 5º minuto de ciclismo subsequente a uma natação de 1500m. Neste estudo, os autores utilizaram uma carga correspondente a 75% da P_{max} e 30min de duração de ciclismo. O valor encontrado no presente estudo foi maior quando comparado ao estudo de Delextrat et al. (2005), com aumento de 7,8% entre os simulados (C-C e N-C-C). Em ambos os estudos, após o 5º minuto de ciclismo, os valores tenderam a se estabilizar.

Outros estudos investigaram os efeitos do exercício prévio de natação no ciclismo subsequente (KREIDER et al., 1988; BOHNERT et al., 1998; LAURSEN et al., 2000) e indicaram que a demanda metabólica induzida pela natação pode causar aumento do gasto energético durante as modalidades subsequentes entretanto, esses estudos apresentaram resultados contraditórios.

O estudo de Laursen et al. (2000) mostrou que a realização de 3000m de natação também em ritmo de prova não resultaram em significativas perda de potência (222W x 212W), tão pouco foi encontrada diferença significativa entre o VO_2 em 3h de ciclismo a 60% do VO_{2max} em triatletas treinados.

Bentley et al. (2007), analisando 400m de natação percorridos em diferentes intensidades (90% e 100% da velocidade máxima - posição de *drafting*), em alguns parâmetros fisiológicos, em 20 minutos de ciclismo contra o relógio, também não encontraram diferença estatística para o VO_2 em nenhum ponto ao longo dos três ciclismoos realizados.

Hauswirth et al. (1999) demonstraram que, para triatletas de elite, a natação realizada em ritmo de prova determina o aumento do VO_2 nos primeiros 4km de ciclismo ou seja uma perda de eficiência no posterior ciclismo em distancias de *short triathlon* (750m, 20km, 5km). Entretanto, os valores de VO_2 foram diminuindo ao longo da etapa de ciclismo.

A presente pesquisa não encontrou diferença estatística no início da etapa de ciclismo, porém os valores tenderam a permanecer estáveis até o término da etapa. A diferença entre os estudos além das distâncias das etapas foi que na investigação de Hauswirth et al. (1999) a potência foi livre e isso possibilita a variação do VO_2 , independente de um possível aumento de VO_2 ocorrido devido a natação prévia.

A ausência de concordância em relação aos efeitos do exercício prévio de natação sobre o ciclismo subsequente pode ser justificada em parte pelas diferentes características dos estudos, como a

etapa de natação mais curta (750m), passando pela distância Olímpica (1500m) e analisando as longas distâncias (3000m). Além do mais, os estudos utilizaram diferentes potências e durações nos subseqüentes ciclismoos (15min à 3h). Entretanto, estudos concluem que as alterações nos valores de VO_2 parecem ser dependentes da intensidade e distância em que a natação prévia é executada. (BENTLEY et al., 2002, MILLET; VLECK, 2000).

As respostas médias da FC nos ciclismoos foram de $149 \pm 9,2$ bpm e $159 \pm 9,8$ bpm para C-C e N-C-C, respectivamente. Contudo, quando estes valores são analisados em intervalos de tempo, assim como o VO_2 , verificou-se uma diferença significativa entre o 5º e 60º minuto apenas para o C-C ($142 \pm 9,9$ e $157 \pm 8,1$ bpm, respectivamente). No sN-C-C, os valores entre os primeiros minutos e o final não apresentaram diferença significativa.

Quando comparados os dois simulados, foi encontrada diferença significativa apenas entre os primeiros 30 minutos de ciclismo, seguindo a mesma tendência do VO_2 , que apresentou maiores valores iniciais no simulado completo, embora tenha se normalizado mais rápido que a FC. Porém foram encontradas diferenças significativas no comportamento da FC média entre as duas etapas de ciclismo (C-C e N-C-C) durante os 60 minutos (tabela 5).

Durante o exercício de intensidade moderada, pode ocorrer um gradual decréscimo do volume de ejeção do coração e um aumento da FC, esse fenômeno é conhecido como “desvio cardiovascular” (COYLE, 1998). Especula-se que os principais fatores que contribuem para essa alteração são concomitantemente a desidratação e a vasodilatação periférica, bem como o aumento da temperatura corporal (ACHTEN; JEUKENDRUP, 2003; BARON et al, 2008).

A FC prevista (através da relação carga x FC do teste incremental) para os triatletas realizarem a etapa de ciclismo a 70% da P_{max} foi em torno de 152 ± 10 bpm. Quando o ciclismo foi realizado isoladamente (C-C) a FC permaneceu mais próxima dos valores previstos ($149 \pm 9,2$ bpm) no protocolo incremental, o mesmo não ocorreu em relação ao N-C-C ($159 \pm 9,8$ bpm). Mesmo os triatletas apresentando médias de velocidade ($36 \pm 2,9$ e $36 \pm 2,4$ km/h) e de cadência de pedalada ($95 \pm 8,6$ e $94,6 \pm 6,0$ rpm) semelhantes ao longo dos dois simulados (C-C e N-C-C, respectivamente) a resposta da FC foi diferente, permanecendo mais elevada durante o N-C-C.

A velocidade empregada no ciclismo foi próxima a outros estudos realizados em laboratório com ciclistas e triatletas os quais percorrendo a distância de 40 km com uma média de 38 km/h (CARPES, 2004; GARSID; DORAN, 2000), indicando um ótimo nível técnico dos triatletas avaliados neste estudo. Porém a velocidade média de 36 km.h⁻¹ foi menor que a de ciclistas em provas contra-relógio de 40 km (PADILLA et al., 2000).

Investigações prévias revelaram que ciclistas de elite realizam provas de contra-relógio com duração de aproximadamente 67 minutos com médias de 84% de sua FCmax (PADILHA et al., 2000). Myburgh et al. (2001) realizaram um estudo com indivíduos treinados e encontraram valores de 83,6% da FCmax durante 1h de ciclismo contra-relógio em laboratório.

Dumke et al. (2006) sugeriram que ciclistas treinados são capazes de manter a FC em provas contra-relógio de 30 minutos em torno de 90% da FCmax e em provas de contra-relógio de 60 minutos em torno de 85% da FCmax, independente do nível de treinamento e potência.

Os triatletas do presente estudo permaneceram com um percentual médio da FCmax próximo aos percentuais encontrados em outros estudos citados anteriormente (C-C 79,9±6,2% e N-C-C 84,5±8,3%).

Na pesquisa realizada por Delextrat et al. (2005), na qual os triatletas nadaram 1500m em velocidade de prova e posteriormente pedalarão 30 minutos a 75% da Pmax, foi encontrado um aumento de 9,3% para a FC quando comparada a um ciclismo controle. No presente estudo o percentual de aumento encontrado entre as 2 condições (N-C-C e C-C) foi de 15%.

Laursen et al. (2000) também encontraram em seu estudo um aumento gradativo da FC (143 bpm para 153 bpm) no ciclismo de 3h controle. Entretanto, quando os atletas realizaram uma natação de 3000m previamente as mesmas 3h de ciclismo a 60% do VO₂max, o comportamento da FC encontrado foi diferente do atual estudo. Iniciando com 147 bpm (primeiros 15min), sofrendo uma pequena diminuição até 110min e voltando a elevar-se gradativamente até o término dos 180 min de ciclismo com 148bpm.

Um fator interessante a ser destacado é que, neste estudo, os triatletas pedalavam com potência auto-selecionada, diferentemente do presente estudo, em que a potência foi fixa durante os 60 minutos.

Gonzalez-Haro et al. (2005) realizaram um estudo com intensidades similares ao do atual estudo, no qual os triatletas nadaram 1500m com intensidade de prova e pedalarão logo após durante 60 minutos em cicloergometro a 77% da Pmax. Foram encontrados valores de FC após a natação próximos da FCmax (96%). Isto pode ser explicado que os triatletas desse estudo realizaram a etapa de natação em maior intensidade relativa que os triatletas do atual estudo. Porém, resultados semelhantes ocorrem na etapa de ciclismo.

O comportamento ao longo da etapa de ciclismo foi muito semelhante ao encontrado no presente estudo, no qual os triatletas apresentaram média de FC ao final da etapa de natação ($168 \pm 16,4$ bpm), início do ciclismo (157 ± 13 bpm) e durante o ciclismo ($162 \pm 9,5$ bpm). Desta forma, FC apresentou uma menor variação quando comparada ao estudo anterior, contudo, a potência utilizada foi menor (70%Pmax versus 77%Pmax), respectivamente.

Revisões sobre os aspectos fisiológicos do *triathlon* vêm enfatizando que as exigências metabólicas induzidas durante a etapa de natação podem prejudicar o desempenho nas demais modalidades da prova (BENTLEY et al., 2002; MILLET; VLECK, 2000), sendo um dos fatores responsáveis a acidose metabólica.

A acidose induzida pelo acúmulo de lactato é um importante fator de fadiga (JACOBS, 1986). Tem sido demonstrado que elevada lactacidemia pode induzir fadiga em exercício, independente do músculo em atividade (WELTMAN; REAGAN, 1983; YATES et al., 1983). Esta situação pode ocorrer, no *triathlon*, quando um atleta realiza as primeiras provas em intensidades elevadas (COSTA; KOKOBUN, 1995). De acordo com Balikian Junior e Denadai (1995), uma elevada produção de lactato proveniente da etapa de natação, pode ser um fator associado à redução no desempenho do ciclismo e mesmo até mesmo do resultado final.

Peeling, Bishop e Landers (2005) realizaram um estudo para verificar o quanto a velocidade relativa da natação, poderia interferir no ciclismo subsequente em um *sprint triathlon*. Para isso, os autores controlaram a velocidade de natação em três condições: 80–85%, 90-95% e 100% de sua velocidade máxima. O melhor desempenho de ciclismo ocorreu quando os triatletas nadaram a 80-85% da velocidade máxima, sugerindo existir uma intensidade ótima da natação, para que não altere significativamente a *performance* no

ciclismo subsequente. Esta intensidade provavelmente esta associada a menor acidose induzida pela etapa de natação.

No presente estudo os triatletas terminaram a etapa de natação com média de $(6,4 \pm 1,9 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1})$ de lactato sanguíneo. Outros estudos que analisaram a etapa de natação em competições de triatlo, também encontraram valores similares ou maiores que o presente estudo. Delextrat et al. (2003) relataram valores de $(9.1 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1})$ após 750m de natação.

Para esta mesma distância, Hausswirth et al. (1999) relataram valor médio de $8,4\pm 0,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. Já Delextrat et al. (2005) e Gonzalez-Haro et al. (2005) observaram valores similares ao presente estudo para a distância de 1500m ($6,9$ e $6,8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ respectivamente). Laursen et al. (2003) encontraram valores menores ($5,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) para a distância de 3000m e similares ao estudo de Balikian e Denadai (1995) no qual foi encontrado uma concentração final de $5,4\pm 1,9 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ após a natação de uma prova de $\frac{1}{2}$ ironman (1,9 km). Desta forma, pode-se concluir que a natação com distâncias menores é realizada com intensidades mais altas e conseqüentemente acarreta maiores [Lac] ao final da etapa.

Quando as [Lac] foram analisadas ao longo do tempo nas etapas de ciclismo foi encontrada diferença estatística ($p<0,05$) para os 2 simulados. Contudo, as [Lac] apresentaram comportamento semelhante quando comparado os ciclismo, pois não foram encontradas diferenças significativas na média final da [Lac] entre as duas etapas de ciclismo. Entretanto, foi encontrada uma diferença significativa somente nos primeiros 20 min do ciclismo, sendo os valores maiores para o sN-C-C, sugerimos assim, que o ciclismo foi realizado no domínio pesado e em possível estado estável (conforme tabela 7).

Nos últimos 20 minutos de exercício, houve uma ligeira diminuição dos valores de lactato, fato este também encontrado por Baron et al. (2008). Isto pode ser explicado em função de uma diminuição na produção de lactato ou um aumento da utilização periférica (GLADDEN, 2000; BARON, 2008).

Na somatória total dos tempos, o sN-C-C apresentou uma duração média de 1h56:02 no qual os triatletas permaneceram com médias de [Lac] de $4,5\pm 1,8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. Já o sC-C apresentou uma duração de 1h30, com média da [Lac] de $3,2\pm 1,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Esses resultados são semelhantes aos estudos que mostram que as elevadas [Lac] provocadas pela etapa de natação

influenciam na cinética do lactato durante o ciclismo de longa duração (JACOBS, 1986; KREIDER et al., 1988; LAURSEN et al., 2000; DELEXTRAT et al., 2003).

Os valores de lactato sanguíneo durante o sN-C-C mostram que apesar do *triathlon* olímpico ser uma prova de predominância aeróbia, o metabolismo glicolítico é altamente solicitado durante toda a modalidade. Analisando os valores de [Lac] juntamente com as outras respostas cardiorrespiratórias do *triathlon* simulado, pode-se inferir que as três modalidades ocorreram no domínio pesado de exercício, já que o ciclismo podemos sugerir que foi realizado logo abaixo da MFEL e a corrida realizada em MFEL.

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se concluir que o exercício prévio de ciclismo ou a combinação de natação e ciclismo não interferem nas respostas cardiorrespiratórias (VO_2 e FC) durante a corrida realizada na vMFEL. Contudo, embora tenha existido fase estável de lactato em todas as situações (C, C-C e N-C-C), o valor absoluto de lactato foi maior com a realização de modalidades prévias, comparada à corrida isolada.

7. REFERÊNCIAS:

ACHTEN J, JEUKENDRUP AE. Heart rate monitoring: applications and limitations. **Sports Medicine**. V. 33. 2003. p. 517-38.

ANTA, R. C.; TURPIN, J.A.P.; VICENTE, J.G.V.; TORMO, J.M.C.; MARROYO, J.A.R. Análisis de Los Factores de Rendimiento en Triatlón Distancia Sprint. **Journal of Human Sport and Exercise**. v. 1, n.1, 2007. p.1-25.

BARBOSA, L.F.; DE SOUZA, M. R.; PELARIGO, J. G.; CARITÁ, R. A. C.; CAPUTO F.; DENADAI B. S.; GRECO C. C. Máxima fase estável de lactato sanguíneo e o limite superior do domínio pesado em ciclistas treinados. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v.11, n.3, p.320-25, 2009.

BALAKIAN JUNIOR, P.; DENADAI, B.S. Relação entre limiar anaeróbio e *performance* no short triathlon. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, 19., São Caetano do Sul, 1994. **Anais São Caetano do Sul, CELAFISCS**, 1994. p.123.

BALDARI, C.; LUIGI, D. L.; DA SILVA, S.G., GALLOTTA, M.C.; EMERENZIANI, G.P.; PESCE, C.; GUIDETTI, L. Relationship between optimal lactate removal power output and olympic triathlon performance **Journal of Strength and Conditioning Research**, v 21, n 4. 2007. p. 1160-1165.

BALIKIAN, J. P.; DENADAI, B.S. Relação entre limiar anaeróbio e performance no short triathlon. In Simpósio Internacional de Ciências do Esporte. **Anais**, São Paulo, 1994. p. 123.

BALLESTEROS, J. **El libro del triatlón**. Arthax S.L., Madrid. 1987.
 BARON, B.; DEKERLE, J.; ROBIN, S.; NEVIERE, R.; DUPONT, L.; MATRAN, R.; VANVELCENAHAR, J.; ROBIN, H.; PELAYO, P. Maximal Lactate Steady State does not correspond to a Complete physiological Steady State. **International Journal Sports Medicine**, v. 24, 2003. p. 582-587.

BARON,B.; NOAKES, T.D.; DEKERLE,J.; MOULLAN,F.; ROBIN,S.; MATRAN, R.; PELAYO, P. Why Does Exercise Terminate At The Maximal Lactate Steady State Intensity? **British Journal of Sports Medicine** published online 18 Dec 2007.

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, 2000. p. 70-84

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

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

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, 2000. p. 1135-1139.

BENEKE, R.; VON DUVILLARD, S. Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.28, 1996. p. 241-6.

BENTLEY, D. J.; et al. Specific aspects of contemporary triathlon. **Sports Medicine**, Auckland, v.32, n.7, 2002. p. 1-15.

BENTLEY, D. J.; et al. The effects of exercise intensity or drafting during swimming on subsequent cycling performance in triathletes. **Jornal Scienci Medicine Sport**. v. 10. 2007. p. 234-43.

BENTLEY, D.J.; et al. Correlations between peak power output, muscular strength and cycle time trial performance in triathletes. **Jounal Sports Medicine Physiology Fitness**. v. 38, n.3, 1998. p. 201-207.

BERNARD, T.; et al. Effect of cycling cadence on subsequent 3 km running performance in well trained triathletes. **Brithsh Journal Sports Medicine**. v.37, 2003. p. 154-158.

BILLAT, V.; et al. The concept of the Maximal Lactate Steady State: A bridge between biochemistry, physiology and sport science. **Sports Medicine**. v. 33, 2003. p. 407-426.

BILLAT, V.; et al. Training effect on performance, substrate balance and blood lactate concentration at maximal lactate steady state in master endurance-runners. **Pflugers Arch**. v.447, 2004. p.875-83.

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, 1996. p.157-75.

BILLAT, V.L.; et al. Oxygen kinetics and modeling of time to exhaustion whilst running at various velocities at maximal oxygen uptake. **European Journal of Applied Physiology**. v.82, 2000. p. 178-187.

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

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

BILLAT, V.; PINOTEAU, J.; PETIT, B.; RENOUX, J. C.; KORALSZTEIN, P. Time to exhaustion at 100% of velocity at VO_{2max} and modeling of the relation time-limit/velocity in elite long distance runners. **European Journal of Applied Physiology**, v.69, 1994. p. 271-273.

BONEN, A. Lactate transporters (MCT proteins) in heart and skeletal muscles. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.32, 2000. p.778-89.

BOONE, T.; KREIDER, R.B. Bicycle exercise before running: effect on performance. **Sports Medicine**. v. 3, 1986. p. 25-9.

BRANDON LJ Physiological factors associated with middle distance running performance. **Sports Medicine** v.95, 1995. p.268–277.

BRISSWALTER, J.; HAUSSWIRTH, C.; VERCRUYSSSEN, F. Carbohydrate ingestion does not influence the change in energy cost during a 2-h run in well-trained triathletes. **European Journal Applied Physiology**. v.81, 2000. p.108-13.

BROOKS, G.; MERCIER, J. Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the “crossover” concept. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.76, 1994. p.2253-61.

BROOKS, G.A. Current concepts in lactate exchange. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.23, 1991. p.895-906.

BROOKS, G.A. Intra- and extra-cellular lactate shuttles. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. V. 32, 2000. p. 790–799.

CANE, J., et al. A comparaiso of the Computrainer load simulador and tradicional ergometry. **Medicine Science Sports and Exercise**. v. 28, 1996. p. 208.

CAPUTO, F.; OLIVEIRA, M. F. M.; GRECO, C.C.; DENADAI, B. S. Exercício aeróbio: Aspectos bioenergéticos,ajustes fisiológicos, fadiga e índices de desempenho.**Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**. v.11,n.1. 2009. p.94-102.

CARMINATTI, L.J. **Validade de limiares anaeróbios derivados do teste incremental de corrida intermitente (tcar) como preditores do máximo steady- state de lactato em jogadores de futsal**. 2006. 105. Dissertação (Mestrado em Educação Física, Fisioterapia e Desportos (CEFID)). Universidade do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina.

CARPES,F.; DAGNESE,F.; BINI,R.; DIEFENTHAELER,F. ROSSATO,M.; MOTA,C.B.; GUIMARÃES, A.C.S. Características cinemáticas da pedalada em ciclistas competitivos de diferentes modalidades **Revista Portuguesa de Ciencias do Desporto** v.6, n.1, 2004. p. 7-14.

CEJUELA, R. Análisis del triatlón: la T1. **Sport Training Magazine**.v.3, 2005. p. 8-11.

CHATARD, J.C; CHOLLET, D; MILLET, G. Performance and drag drafting swimming in highly trained triathletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, n. 08, 1998. p. 1276- 80.

CHAVAREN, C. J.; DORADO G. C.; LÓPEZ C. J.A. Triatlón: factores del condicionantes rendimiento y del entrenamiento. **Revista de Entrenamiento Deportivo**. v. 10, n.2, 1996. p. 29-37.

CHAVARREN, J; CALBET J. Cycling efficiency and pedaling frequency in road cyclists. *Eur J Appl Physiol* v.80,1999. p. 555- 563.

CLAUSEN JP. Effect of physiological training on cardiovascular adjustments to exercise in man **Physiological Reviews**. v.57,1977. p. 779-815.

COSTA, J. M. P.; KOKUBUN, E. Lactato sanguíneo em provas combinadas e isoladas do triatlo: possíveis implicações para o desempenho, **Revista Paulista de Educação Física** v.9 .n 2, 1995. p. 125-130.

COSTIL, D.L. Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.5, 1973. p.248-52.

COUTTS, A.J. The effect of fluid loss on Olympic distance triathlon performance in high thermoregulatory stress. **Triathlon Research Initiative**, School of Health and Human Performance, Central Queensland University, Rockhampton, Qld. Australia, 4702. 2000. p.107-115.

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

COYLE, E.F.; COGGAN, A.R.; ROBERTS, E. Determinants of endurance in well-trained cyclists. **Journal of Applied Physiology**. v.64, n.6, 1988. p. 2622- 2630.

DE LUCAS, R. D., R.D.;DENADAI B.S.; GRECO .C.C Respostas fisiológicas durante o exercício contínuo e intermitente: implicações para a avaliação e a prescrição do treinamento aeróbio. **Motriz**, Rio Claro, v.15 n.4, 2009. p.810-820.

DE OLIVEIRA, M. F. M. **Respostas Metabólicas e da Técnica de Nado Durante o Exercício Realizado na Velocidade Correspondente À Máxima Fase Estável De Lactato Sanguíneo Determinada de Forma Contínua e Intermitente**. 2008. 91. Dissertação (Mestrado em Ciências da Motricidade -Área de Motricidade Humana). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, São Paulo.

DE VITO, G.; BERNARDI, M.; SPROVIERO, E. Decrease of endurance performance during Olympic triathlon. **Internacional Journal Sports Medicine**. v.16, n.1, 1995. p.24-8.

DELETRAT, A. Does Prior 1500-m Swimming Affect Cycling Energy Expenditure in Well-Trained Triathletes? **Canadian Journal Applied Physiology**. v.30, n.4, 2005. p.392-403.

DELETRAT, A. et al. Effects of swimming with a wet suit on energy expenditure during subsequent cycling, **Canadian Journal Applied Physiology**. v.28, n.3, 2003. p.356-369.

DENADAI BS. Limiar anaeróbio: considerações fisiológicas e metodológicas. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. v. 2, n. 1, 1995. p. 74-88.

DENADAI, B. S. et al. M. Effect of the aerobic capacity on the validity of the anaerobic threshold for determination of the maximal lactate steady state in cycling. **Brazilian Journal of Medical Biological Research**, v.37, n.10, 2004. p.1551-6.

DENADAI, B. S. **Índices Fisiológicos de Avaliação Aeróbia: Conceitos e Aplicações.** Ribeirão Preto: B.S.D., 1999.

DENADAI, B.S. Efeitos do tipo de exercício e da capacidade aeróbia sobre a taxa de remoção do lactato sangüíneo durante a recuperação de esforço de alta intensidade. 1996. Tese (Livre-Docência), Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 1996.

DENADAI, B.S.; BALIKIAN JUNIOR, P. Relação entre limiar anaeróbio e “performance” no short triathlon. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v.9, 1995. p.10-15.

DENADAI, B.S.; CAPUTO, F. Efeitos do treinamento sobre a cinética do consumo de oxigênio durante o exercício realizado nos diferentes domínios de intensidade de esforço. **Motriz**, v.9, 2003. p. 1-7.

DENADAI, B.S.; GOMIDE E. B. G.; GRECO C. C. The relationship between onset of blood lactate accumulation, critical velocity, and maximal lactate steady state in soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 8, 2005. p.364-8.

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.52004. p.401-404.

DENGEL, D.R.; et al. Determinants of success during triathlon competition. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 60. n. 3, 1989. p.234-238.

DE-OLIVEIRA, F. R. **Predição dos limiares de lactato e ajustes de frequência cardíaca no teste de Léger - Boucher.** (tese) 244. Universidade do País Basco. Euskal Herriko Unibertsitatea: San Sebastián, 2004.

DIEFENTHAELER, F. CANDOTTI, C. T.; RIBEIRO, J.; E DE OLIVEIRA, A. R. Comparação de respostas fisiológicas absolutas e relativas entre ciclistas e triatletas Rev Bras Med Esporte v. 13, N 3, 2007.

DUMKE C.L.,; BROCK, D.W.; HELMS, B.H.; HAFF, G.G. Heart rate at lactate threshold and cycling time trials. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 20 n.3.2006, p. 601-7.

ENOKA, R M. **Bases Neuromecânicas da Cinesiologia**. Ed. Manole, 2ª ed., 2000.

EWYK, G. T. V. **The influence of glycerol hyperhydration on run performance within an Olympic distance triathlon**. 2005. 57. Dissertação Mestrado em Applied Science, School of Human Movement and Sport Sciences. University of Ballarat, Victoria Australia.

FARBER, H.W.; et al. The endurance triathlon: metabolic changes after each event and during recovery. **Medicine Science Sport Exercise**. v.23, n.8, 1991. p.959-65.

FARIA, I.E. Energy expenditure, aerodynamics and medical problems in cycling. An update. **Sports Medicine**. v.14, n.1, 1992. p.43-63.

FARREL ,P.A.; et al. Plasma lactate accumulation and distance running performance. **Medicine and Science in Sports**, v.11, 1979. p. 338-344.

FERREIRA, J. C. V. **Triathlon: História, Variáveis Antropométricas E Fisiológicas**. 2005. 77. Monografia do Grau de Licenciado em Educação Física no Departamento de Educação Física, Centro de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul.

FIGUEIRA, T. R.; DENADAI, B. S. Relações entre o limiar anaeróbio, limiar anaeróbio individual e máxima fase estável de lactato em ciclistas. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 12, n. 2, 2004. p. 91-95.

FIGUEIRA, T. R.; et al. Influence of exercise mode and maximal lactate-steady-state concentration on the validity of OBLA to predict maximal lactate-steady-state in active individuals. **Journal of Science and Medicine in Sport**. v.11, 2008. p. 280-286.

FILHO, L. A. D. **O Efeito do Treinamento de Força Geral em Triatletas do Sexo Masculino**. 2004. 91. Dissertação (Mestrado) Performance Humana.Faculdade de Ciências da Saúde (Facis / Ppgef). Universidade Metodista De Piracicaba, Piracicaba, São Paulo.

FRAGA, C. H. W.; et al. Proposta metodológica para verificar a influência do ciclismo nos aspectos cinemáticos na corrida do *triathlon*. **Motriz**. v.12 n.2.2005. p.159-164.

FRAGA, C.H.W. **Comparação das variáveis cinemáticas, eletromiográficas e do consumo de oxigênio da corrida no triathlon com uma corrida prolongada e uma corrida isolada** Porto Alegre, 2006. 89. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) - Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GAESSER, G.A.; POOLE, D.C. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. **Exercise Sport Science**. v.24, 1996. p. 35-71.

GARSIDE, I. Y DORAN, D.A. Effects of bicycle frame ergonomics on triathlon 10-km running performance. **Journal of Sports**.v.18, n.10 2000. P. 825-33.

GLADDEN, L.B. Muscle as a consumer of lactate. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.32, 2000. p.764 –771.

GONZALEZ-HARO, C.; GONZALEZ-DE-SUSO, J.M.; PADULLES, J.M.; DROBNIC, F.; ESCANERO, J.F. Physiological adaptation during short distance triathlon swimming and cycling sectors simulation. *Physiology and Behavior*. v. 86. 2005. p. 467-474.

GOTTSCHALL, J.S.; PALMER, B.M .The acute effects of prior cycling cadence on running performance and kinematics. **Medicine and Science in Sports**. v. 9, 2002. p.1518-1522.

GRANT SM, GREEN HJ, PHILLIPS SM, ET AL. Effects of acute expansion of plasma volume on cardiovascular and thermal function during prolonged exercise. **European Journal of Applied**

Physiology.v.4.n. 76. 1997. p. 356-62.

GRECO, C.C. **Limiar anaeróbio (4mM de lactato sanguíneo), velocidade crítica determinada a partir de diferentes distâncias e performance aeróbia em nadadores e nadadoras de 10 a 15 anos.** 2003. 94. Tese (Doutorado em Educação Física), Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GUEZENNEC, C.Y.; et al. Increase in energy-cost of running at the end of a triathlon. **European Journal Applied Physiology**, v.73, 1996. p.440-5.

GUGLIELMO, L. G. A. **Efeitos de diferentes tipos de treinamento sobre a intensidade e o tempo de exaustão a 100 % do VO₂max.** 2005. 96. Tese (Doutorado em Ciências da Motricidade) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo.

HAGBERG J.M; COYLE E.F. Physiological determinants of endurance performance as studied in competitive racewalkers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.15, 1983.p. 287-289.

HAUSSWIRTH C, LEHENAFF D, DREANO P, SAVONEN K. Effects of cycling alone or in a sheltered position on v. 31, 1999. p. 599-604.

HAUSSWIRTH, C et al. Effect of two drafting modalities in cycling on running performance. **Medicine Science In Sports Exercise**. v.18, n.2, 2000. p.485-492.

HAUSSWIRTH, C.; BIGARD, A.X.; BERTHELOT, M. Variability in energy-cost of running at the end of a triathlon and a marathon. **Internaciona Journal Sports Medicine**.v.10, 1996. p.572- 589.

HAUSSWIRTH, C.; LEHÉNAFF, D. Physiological Demands of Running During Long Distance Runs and Triathlons **Sports Medicine**. v.31, n.9, 2001. p.679-689.

HAUSSWIRTH, C.; LEHENAFF, D.P.; SAVONEN, K. Effects of cycling alone or in a sheltered position on subsequent running performance during a triathlon. **Sports Exercise**. v.31, p.599-604, 1998.

HAVERTY, M.; KENNEY, W. L.; HODGSON; J. L. Lactate and gas exchange responses to incremental and steady state running. **Brit.J.Sports Med**. v. 22, n. 2.1988, p. 51-5.

HAY, J.G. **Biomecânica das técnicas desportivas**. Ed. Interamericana, 2ed, Rio de Janeiro,1981.

HECK, H.; et al. Justification of the 4- mmol/l lactate threshold. **Internacional Journal Sports Medicine**. v.6, 1985. p.117-30.

Hill DW, Poole DC, Smith JC. The relationship between power and the time to achieve VO₂max. **Medicine and Science in Sports and Exercise**.v.34, n.4, 2002. p. 709-14.

HUE, O.; et al. Ventilatory responses during experimental cycle-run transition in triathletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.31, n.10, 1999. p.1422-8.

HUE, O.; GALLAIS, D.; CHOLLET, D. The influence of prior cycling on biomechanical and cardiorespiratory response profiles during running in triathletes. **European Journal of Applied Physiology**, v.77, 1998. p. 98-105.

HUE, O.; VALLUET, A.; BLONC, S.; HERTOIGH, C. Effects of multi-cycle-run training on the HR response and the performance in triathletes. **Research Quarterly for Exercise and Sport**. v.73, 2001. p.289-295.

HUG F, BENDAHAN D, LE FUR Y, COZZONE PJ, GRELOT L. Metabolic recovery in professional road cyclists: A 31P-MRS Study. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.37, n. 5, 2005. p. 846-52.

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

JACOBS, I. Blood lactate: implications for training and sports performance. **Sports Medicine**. v.3, 1986. p.10-25.

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, 1998. p. 1304-1013.

JOYNER, M.; COYLE, E.F. Endurance exercise performance: the physiology of champions **Journal of Physiology**, v.1, 2008. p. 35-44.

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

KUIPERS, H.; VERSTAPPEN, FTJ.; KEIZER, HA. Variability of aerobic performance in the Laboratory and its physiological correlates. **International Journal Sports Medicine**. v. 6, 1985. p.197-20.

LA FONTAINE TP, LONDEREE BR, SPATH WK. The maximal steady state versus selected running events. **Medicine and Science in Sports and Exercise**.v. 13, n 3, 1981. p. 190-2.

LACOUR, J. R., et al. Assessment of running velocity at maximal oxygen uptake. **European Journal of Applied Physiology**, v.62, 1991. p.77-82.

LAJOIE, C., LAURENCELLE, L., e TRUDEAU, F. Physiological responses to cycling for 60 minutes at maximal lactate steady state. **Canadian Journal Applied of Physiology**. v. 25, n. 4, 2000. p 250-261.

LANDERS, G. J.; et al. Swim Positioning and its Influence on Triathlon Outcome. **Internacionalt Journal Exercise Science**. v.1, n.3, 2008. p. 96-105.

LANDERS, G.J.; et al. Morphology and performance of world championship triathletes. **Annals of Human Biology**. v.27, n.4. 2000. p. 387-400.

LAURENSEN, N.M.; FULCHER, K.Y.; KORKIA, P. Physiological characteristics of elite and club level female triathletes during running. **Internacional Journal Sports Medicine**. V.14, n.8, 1993. p.:455-459.

LAURSEN, P.B.; et al. Relationship between laboratory-measured variables and heart rate during an ultra-endurance triathlon. **Journal of Sports Sciences**, Walsall, v.23, n.10, 2005. p.1111-1120.

LAURSEN, P.B.; RHODES, E.C.; LANGILL, R.H. The effects of 3000-m swimming on subsequent 3-h cycling performance: implications for ultra endurance triathletes. **European Journal of Applied Physiology**, v.83, 2000. p.28-33.

LEPERS, R.; MILLET, G.Y.; MAFFIULETTI, N. Effect of cycling cadence on contractile and neural properties of knee extensors. **Medicine Science Sports Exercise**. v.33, 2001. p. 1882-8.

LONDEREE B.R.; AMES A.S. Tread analysis of %VO₂max-HR regression. **Medicine Science Sports Exercise**. v.8, 1976. p.122-5.

LUCIA A.; et al. Inverse relationship between VO₂max and economy/efficiency in world-class cyclists. **Medicine Science Sports Exercise**.v. 34, 2002. p.2079-84.

MARGARITIS I. Facteurs limitants de la performance en triathlon. *Canadian Journal of Applied Physiology* . v. 21, 1996. p. 1–15.

MARINO, G.W.; GOEGAN, J. Work-energy analysis of triathletes running under bike/run and run only conditions. **Proceedings** of the XIth symposium of the International Society of Biomechanics in Sport, Amherst,MA, 1993. p.86-88.

MILLET, G. P.; VLECK, V. E .Physiological and biomechanical adaptations to the cycle to run transition in Olympic triathlon: review and practical recommendations for training **British Journal Sports**

Medicine.v.4, 2000. p.384-389.

MILLET, G.P.; P. DREANO e D.J. BENTLEY. Physiological characteristics of elite short- and long-distance triathletes, **European Journal of Applied Physiology**. v.88, 2003. p.427-430.

MIURA, H.; KITAGAWA, K.; ISHIKO, T. Economy during a simulated laboratory test triathlon is highly related to Olympic distance triathlon. **International Journal Sports Medicine**, v. 18, 1997. p. 276-280.

MIURA, H.; MATOBA, H. Increase in oxygen uptake at running stage during triathlon. **FIMS World Congress Program**, abstract 125: 41, 1998.

MYBURGH, K. H., A. VILJOEN, *et al.* Plasma lactate concentrations for self-selected maximal effort lasting 1 h. **Medicine Science Sports Exercise**, v.33, n.1, 2001.p.152-6.

O'TOOLE, M.L.; DOUGLAS, P.S.; HILLER, W.D. Lactate, oxygen uptake, and cycling performance in triathletes. **Internacional Journal Sports Medicine**. v.10, n.6, 1989. p.413-8.

OSORIO, J.; DONOSO, H.; ARIAS, M. Rendimiento deportivo en triatletas. **Educación Física Chile**, n.222, 1990. p.15-18.

O'TOOLE, M.L.; DOUGLAS, P.S. Applied physiology of triathlon. **Sports Medicine**. v. 19, n.4, 1995. p.251-67.

PADILLA,S.; MUJICA,I;ORBAÑANOS,J.;ANGULO,F. Exercise intensity during competition time trials in professional road cycling. **Medicine Science Sports Exercises**.v.32, 2000. p.850-856.

PEELING, P. D.; BISHOP, D.J.; LANDERS, G.J. Effect of swimming intensity on subsequent cycling and overall triathlon performance. **British Journal Sports Medicine**. v.39, 2005. p.960-964.

PEELING, P.; LANDERS, G. Swimming intensity during triathlon: A review of current research and strategies to enhance race

performance **Journal of Sports Sciences**, V. 27, n. 10 .2009 , p. 1079 – 1085.

PETROSKI, E.L. **Antropometria: Técnicas e Padronizações**. 2ª ed. Porto Alegre: Palotti, 1999.

POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do exercício: Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 3.ed. São Paulo: Manole, 2000.

PHILP, A.L.; et al. Pringle Maximal Lactate Steady State as a Training Stimulus **Internacional Journal Sports Medicine**. v.28, 2007. p.1-5.

RIBEIRO, L. F.P; GALDINO, R; BALIKIAN Jr, P. - Resposta lactacidêmica de nadadores e triatletas em função da utilização de “esteira” durante natação em velocidade correspondente ao limiar anaeróbio. **Revista Paulista de Educação. Física**, v. 15, n. 01, 2001. p. 55-62.

ROWLANDS, D. S.; DOWNEY, B. Physiology of triathlon. In: Garrent & Kirkendall, editors. **Exercise and sport science**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. p.919-39.

SAHLIN, K.; HENRIKSSON, J. Buffer capacity and lactate accumulation in skeletal muscle of trained and untrained men. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.122, p.331-9, 1984.

SANTOS, S. G. Classificação das pesquisas: disciplina de Metodologia da Pesquisa em Educação Física, março de 2008. 11f. **Notas de aulas**. Apostila impressa.

SCHABORT, E.J.; et al. Prediction of triathlon race time from laboratory testing in national triathletes. **Medicine and Science Sports Exercise**.v.32, n.4,2000. p.844 -849.

SCHNEIDER, D. A.; et al. Ventilatory threshold and maximal oxygen uptake during cycling and running in triathletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.22, n.2, 1990. p.257-264.

SCHUYLENBERGH, R.; EYNDE, B.V.; HESPEL, P. Prediction of sprint triathlon performance from laboratory tests. **European Journal of Applied Physiology**, v.91, 2004. p.94-99.

SHAFFRATH JD, ADAMS WC. Effects of airflow and work load on cardiovascular drift and skin blood flow. **Journal of Applied Physiology**. v. 56, n. 5, 1984. p. 1411-7.

SILVA, A. C; TORRES, F. C. Ergoespirometria em atletas paraolímpicos brasileiros. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 8, n. 3, 2002.

SIMÕES, H. G.; et al. Blood glucose responses in human mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track teste. **European Journal of Applied Physiology**. v. 80, 1999. p. 34-40.

SIMÕES, H.G. **Comparação entre protocolos de determinação do limiar anaeróbio em testes de pista para corredores**. 1997. Dissertação (Mestrado - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

SIMON, G.; et al. Determination of anaerobic threshold depending on age and performance capacity. **Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin**. v.32, 1981. p.7-14.

SLEIVERT, G.G.; ROWLANDS, D.S. Physical and physiological factors associated with success in the triathlon. **Sports Medicine**. v.22,n.1, 1996. p.8-18.

SLEIVERT, G.G.; WENGER, H.A. Physiological predictors of short-course triathlon performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.25, n.7, 1993. p.871-876.

STEGEMANN, H. Hormonal and metabolic consequences of prolonged running at the individual anaerobic threshold. **International Journal of Sports Medicine**, v.3, 1982 p.163-8.

STEGMANN, H.; KINDERMANN, W.; SCHANBEL, A. Lactate

kinetics and individual anaerobic threshold. **Internacional Journal of sports Medicine**, v.2, 1981. p. 160 -165.

SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B. R. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v.28, n.2, 2003. p.299-323.

TAYLOR, H. L.; BUSKIRK, E.; HENSCHEL, A. Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. **Journal Applied Physiology**, v.8, 1955. p.73-80.

TEGTBUR, U.; BUSSE, M. W.; BRAUMANN, K. M. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise, Madison**. v.25, 1993. p.620-7.

TEW, G. A. The effect of cycling cadence on subsequent 10km running performance in well-trained triathletes. **Journal of Sports Science and Medicine**. v.4, 2005. p. 342-353.

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

VERCRUYSSSEN, F. et al. Cadence selection affects metabolic responses during cycling and subsequent running time to fatigue **British Journal Sports Medicine**. v.39, 2005. p.267-272.

VERCRUYSSSEN, F. et al. Influence of cycling cadence on subsequent running performance in triathletes. **Medicine Science Sports Exercise**, v.3, 2002. p.530-536.

VLECK, V.E.; BÜRGI, Bentley. The consequences of swim, cycle, and run performance on overall result in elite Olympic distance triathlon, **International Journal Of Sports Medicine** . v. 27, n. 1, 2006. p. 43–48.

VLECK. V.E.; BENTLEY, D.J.; MILLET, G.P.; BURGI, A. Pacing during an elite Olympic distance triathlon: Comparison Between male and female competitors **Journal of science and medicine in Sport**

v.11, 2008. p. 424 – 432.

WELTMAN, A.; REAGAN, J. D. Prior exhaustive exercise and subsequent, maximal constant load exercise performance. **International Journal of Sports Medicine**. v3, 1983. p.184-89.

YATES, J.W. Effects of prior dynamic leg exercise on static effort of elbow flexors. **Journal of Applied Physiology**, v.55, 1983. p.891-6.

ZAVORSKY G.S. Evidence and possible mechanisms of altered maximum heart rate with endurance training and tapering. **Sports Medicine**. v. 29, 2000. p. 13-26.

ZHOU, S.; ROBSON, S.J.; KING, M.J. Correlations between short course triathlon performance and physiological variables determined in laboratory cycle and treadmill tests. **Journal Sports Medicine Physiology and Fitness**. v.37, n.2, 1997. p.122-30.