

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Alexei von Zuben

**COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES CICLO
SIMULADORES E CICLISMO EM VELÓDROMO:
TESTES DE DESEMPENHO MÁXIMO DE 5
QUILÔMETROS**

Campinas

2010

Alexei von Zuben

**COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES CICLOS-SIMULADORES E CICLISMO EM
VELÓDROMO: TESTES DE DESEMPENHO MÁXIMO DE 5 QUILOMETROS**

Dissertação de Mestrado apresentada à Pós-Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Educação Física na Área de Concentração Ciência do Desporto.

Orientador: Prof. Dr. Orival Andries Júnior

Campinas

2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA FEF - UNICAMP

Z81c Zuben, Alexei von.
Comparação entre diferentes ciclo-simuladores e ciclismo em velódromo: testes de desempenho máximo de 5 quilômetros / Alexei Von Zuben. - Campinas, SP: [s.n], 2010.

Orientador: Orival Andries Junior.
Dissertação (mestrado) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas.

1. Triatlo. 2. Velódromo. 3. Ciclo-simulador. I. Andries Junior, Orival. II. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física. III. Título.

(asm/fef)

Título em inglês: Difference between cycles-simulator and velodrome: 5km performance test.

Palavras-chaves em inglês (Keywords): Cycles-simulator. Velodrome. Triathlon.

Área de Concentração: Ciência do Desporto.

Titulação: Mestrado em Educação Física.

Banca Examinadora: Orival Andries Junior. Fabrizio Caputo. Miguel de Arruda.

Data da defesa: 17/12/2010.

ALEXEI VON ZUBEN

**COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES CICLOS-SIMULADORES E CICLISMO EM
VELÓDROMO: TESTES DE DESEMPENHO MÁXIMO DE 5 QUILOMETROS**

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação de Mestrado defendida por Alexei von Zuben e aprovada pela Comissão julgadora em 17/12/2010.



PROF. DR. ORIVAL ANDRIES JÚNIOR
Matr.: 21032-3

Prof. Dr. Orival Andries Júnior
Orientador

Campinas
2010

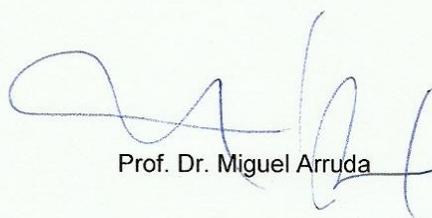
Comissão Julgadora



Prof. Dr. Orival Andries Junior
Orientador



Prof. Dr. Fabrizio Caputo



Prof. Dr. Miguel Arruda

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais,
Aquiles e Célia, por me apoiarem
incondicionalmente em todas as minhas
invenções e por sempre acreditarem em
mim.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço muito ao meu grande orientador Orival Andries Júnior, por todas as nossas conversas, por todos os treinos que fizemos juntos e por todo o apoio que ele me deu nessa jornada de 3 anos durante o mestrado.

Agradeço também aos ao meu eterno técnico Ricardo Dantas de Lucas pela ajuda, pelo conhecimento, pela grande amizade que cultivamos e pela paciência que ele tem comigo.

Coach, TRIDANTAS FOREVER!

Agradeço também a todos os profissionais que da CAPES que acreditaram nesse trabalho, assim como a todos que me ajudam direta e indiretamente todos esses anos de estudos, grupos de estudos, coletas, testes, aulas....

Não por menos, agradeço a todos os professores da Faculdade de Educação Física da Unicamp por terem me ajudado a chegar, desde a graduação, até o dia de hoje.

Muito obrigado a todos!

ZUBEN, Alexei von. **Comparação entre diferentes ciclos-simuladores e ciclismo em velódromo: testes de desempenho máximo de 5 quilômetros.** 2010. 77. Dissertação (Mestrado em Educação Física)- Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo comparar a performance de triatletas em três ciclos-simuladores disponíveis comercialmente e também em um teste de campo realizado em velódromo. Para tal, foram utilizados 08 atletas triatletas que realizaram uma performance máxima (contra relógio) de 5km, em dias distintos nos seguintes ciclos-simuladores: *CompuTrainer Pro*[®] (resistência eletro-magnética), *Cycleops Fluid*[®] (resistência de fluido) e *Tranz-X JD-111L*[®] (resistência magnética). Para o teste de campo os atletas realizaram da mesma forma uma performance de 5km em um velódromo de 333,3 metros de extensão. Todos os testes foram realizados com a bicicleta dos atletas. A frequência cardíaca (FC) foi registrada durante todos os testes. Ao final de cada teste, foram coletadas amostras de sangue (25µl) da ponta do dedo para determinação da concentração sanguínea do lactato. A percepção de esforço também foi avaliada após cada performance. Para comparações da performance de 5km, assim como da frequência cardíaca, concentração de lactato sanguíneo e percepção de esforço entre os ergômetros e o velódromo, foi utilizado o teste ANOVA para medidas repetidas. Para realizar testes de correlação entre as variáveis, foi utilizado o teste de correlação de Pearson. A significância para as comparações estatísticas foi estabelecida como $p < 0,05$. A v5km entre Velódromo, Computrainer e Tranz-x não apresentaram diferença significativa ($36,8 \pm 1,7 \text{ km.h}^{-1}$; $36,1 \pm 2,0 \text{ km.h}^{-1}$; $37,2 \pm 1,7 \text{ km.h}^{-1}$ respectivamente), enquanto que a v5km do Cycleops ($33,7 \pm 1 \text{ km.h}^{-1}$) subestimou a performance do velódromo. Não foi encontrada correlação significativa entre as 4 condições analisadas. A [LAC], FC, PSE não apresentaram diferenças estatísticas. A partir dos dados desse estudo, conclui-se que os ciclo-simuladores possuem limitações quando utilizá-los para predição de performance de 5km em relação ao velódromo, mas essas limitações não descartam a viabilidade de serem utilizados como ferramentas de treinamento e monitoramento de treinamento.

Palavras chave: ciclo-simulador; velódromo; triathlon.

ZUBEN, Alexei von. **Difference between cycles-simuladores and velodrome: a 5km performance test.** 2010. 77. Dissertação (Mestrado em Educação Física)- Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

Abstract

This study aimed to compare the performance of triathletes in three cycles-simulators available commercially and also in a field test conducted in velodrome. To this end, were used 08 triathletes who underwent a procedure maximum performance (time trail) of 5km, on different days in the following cycles-simulators: *CompuTrainer Pro*[®] (electro-magnetic resistance), *Cycleops Fluid*[®] (fluid resistance) and *TranzJD-111L-X*[®] (magnetic resistance). To field test the athletes performed a performance of 5km in a Velodrome of 333.3 meters in length. All tests were performed with athlete's own bicycles. The heart rate (HR) was recorded during all tests. After each test, were collected blood samples (25µl) to measure the concentration of blood lactate. The subjective worker ratings were evaluated after each performance. To compare the performance of 5km, as well as heart rate, blood lactate concentration and subjective worker ratings (SWR) between the cycles-simulators and the Velodrome, ANOVA were used. To perform tests of correlation between variables, were used the Pearson's correlation. Results were considered significant at $p < 0,05$. The v5km between Velodrome, Computrainer and Tranz-x have no significant difference (36.8 ± 1.7 km.h-1, 36.1 ± 2.0 km.h-1, 37.2 ± 1.7 km.h-1 respectively) while the v5km Cycleops (33.2 ± 1.7 km.h-1) underestimates the performance of the Velodrome. No correlation was found between the four studied conditions. [LAC], HR, SWR did not differ. With the data of this study, is possible to conclude that the cycle simulator have some limitations when using them to predict a 5km performance over the velodrome, however these limitations do not prevent them to be used as training tools and training monitoring.

Keywords: cycles-simulators; velodrome; triathlon

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01-	Principais fontes energéticas na atividade esportiva.....	15
Gráfico 02-	Análise (Blant- Altman) de concordância entre as velocidades médias do Computrainer e do Velódromo.....	38
Gráfico 03-	Análise (Blant- Altman) de concordância entre as velocidades médias do CycleOps e do Velódromo.....	39
Gráfico 04-	Análise (Blant- Altman) de concordância entre as velocidades médias do Tranz-X e do Velódromo.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 01-	Ciclo-simulador <i>CompuTrainer Pro</i> [®] , permite que o atleta fixe sua própria bicicleta em uma unidade geradora de frenagem.....	12
Figura 02-	Ciclo-simulador.....	12
Figura 03-	Via Glicolítica Anaeróbia Láctica– Substratos, produtos e enzimas.....	17
Figura 04-	Via Aeróbia – Ciclo de Krebs.....	18
Figura 05-	Cadeia de Transporte de Elétrons.....	20
Figura 06-	Ciclo-simulador CompuTrainer.....	30
Figura 07-	Ciclo-simulador CycleOps Fluid.....	31
Figura 08-	Ciclo-simulador Tranz-X.....	32
Figura 09-	Velódromo Municipal de Americana.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 01-	Escala de Cansaço com 15 níveis.....	26
Tabela 02-	Descrição a amostra (média e desvio padrão).....	28
Tabela 03-	Valores individual, média + desvio padrão (DP), da velocidade média (km.h ⁻¹) dos 5km nas 4 condições analisadas.....	37
Tabela 04-	Coeficiente de correlações (r) entre as performances de 5km (km.h ⁻¹) nas 4 condições analisadas.....	37
Tabela 05-	Valores médios ± desvio padrão, de cada variável fisiológica obtida na performance de 5km nas diferentes condições analisadas.....	40
Tabela 06-	Velocidades médias dos 5km e da MLSS obtida por duas equações diferentes, para as quatro condições analisadas.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%G	Percentual de Gordura
ATP	Adenosina Trifosfato
Bmp	Batimentos Cardíacos por Minuto
DC	Densidade Corporal
FC	- Frequência Cardíaca
FCMLSS	Frequência Cardíaca da Máxima Fase Estável de Lactato
iVO₂máx	Intensidade associada ao Consumo Máximo de Oxigênio
km	Quilômetros
km.h⁻¹	Quilômetros por Hora
[Lac]	Concentração de Lactato
Lan	Limiar Anaeróbico
LL	Limiar de Lactato
MLSS	Máxima Fase Estável de Lactato
mM	Mili moles
O₂	Oxigênio
PC	Potência Crítica
PCr	Fosfocreatina
PSE	Percepção Subjetiva de Esforço
∑D	Somatória das Dobras
TLim	Tempo Limite
Vel	Velocidade
VO₂	Consumo de Oxigênio
v5km	Velocidade Média 5km
vMáx	Velocidade Máxima
vMLSS	Velocidade da Máxima Fase Estável de Lactato

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1 Vias Metabólicas.....	21
2.1.1 Via Anaeróbia.....	22
2.1.2 Glicólise Anaeróbia Alática.....	22
2.1.3 Glicólise Anaeróbia Lática.....	22
2.1.4 Via Aeróbia.....	25
2.2 Índices Fisiológicos.....	28
3. OBJETIVOS.....	35
3.1 Objetivos Gerais.....	35
3.2 Objetivos Específicos.....	35
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
4.1 Amostra.....	37
4.2 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	37
4.3 Avaliação Antropométrica	38
4.4 Locais de aplicação dos testes.....	38

4.5 Testes Realizados.....	42
4.5.1 Protocolo dos Testes.....	43
4.6 Determinação da Máxima Fase Estável de Lactato (MLSS).....	44
5. ANÁLISE DOS DADOS.....	45
6. RESULTADOS.....	47
7. DISCUSSÕES.....	53
8. CONCLUSÕES.....	57
9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	59
ANEXOS.....	67

1. Introdução

Atualmente, cada vez mais, novos equipamentos de ciclismo vêm sendo desenvolvidos com o intuito de auxiliar e maximizar os efeitos dos treinamentos desenvolvidos por triatletas e ciclistas.

Vestimentas, capacetes, geometria e formato do quadro das bicicletas, tipos de rodas e componentes, tais como: medidores de potência, guidon, clip, selim, entre outros, são alguns exemplos de equipamentos estudados e desenvolvidos pelas inúmeras empresas especializadas no ramo do ciclismo e do triathlon (KYLE, 1989; BERRY, et al. 1994; GNEHM, et al. 1997; GARSIDE, et al. 2000; DE LUCAS, et al. 2002; GARDNER, et al. 2004; FARIA, 2005).

Por outro lado, equipamentos que auxiliam o treinamento de ciclismo, como, os ciclos-simuladores, também são desenvolvidos por essas empresas, entretanto, a relação entre esses diferentes tipos de equipamentos lançados constantemente no mercado e os treinos específicos dessas modalidades não têm sido devidamente identificadas e estudadas no meio científico.

Pouco se sabe sobre as vantagens ou limitações desses ciclos-simuladores, ou ainda, sobre as diferenças encontradas entre os diferentes modelos e diferentes marcas, principalmente quando analisamos a velocidade (tempo) como índice de performance.

Muitos estudos científicos utilizam ergômetros para testes com ciclismo (MARSH, et al. 1997 e 2000; VERCRUYSSSEN, et al. 2002; AMANN, et al. 2004, WHARTON, et al. 2004; FARIA, et al. 2005), porém são poucos os trabalhos que utilizam ciclos-simuladores (CAMPBELL, et al. 2007; GUIRAUD, et al. 2008) e menores ainda são os trabalhos científicos publicados que comparam ciclos simuladores (disponível para treinamento de atletas) e velódromos (GARDNER, et al. 2003).

Os ciclos-simuladores são equipamentos que permitem aos atletas fixarem suas próprias bicicletas em uma estrutura metálica, na qual permitem que o pneu traseiro da bicicleta fique apoiado em uma peça que gera uma resistência de frenagem, seja ela, mecânica, elétrica, magnética, a fluído ou ar (figura 1 e 2) (EARNEST, et al. 2005).



Figura 01 – Ciclo-simulador *CompuTrainer Pro*[®], permite que o atleta fixe sua própria bicicleta em uma unidade geradora de frenagem.

Ciclos-simuladores:

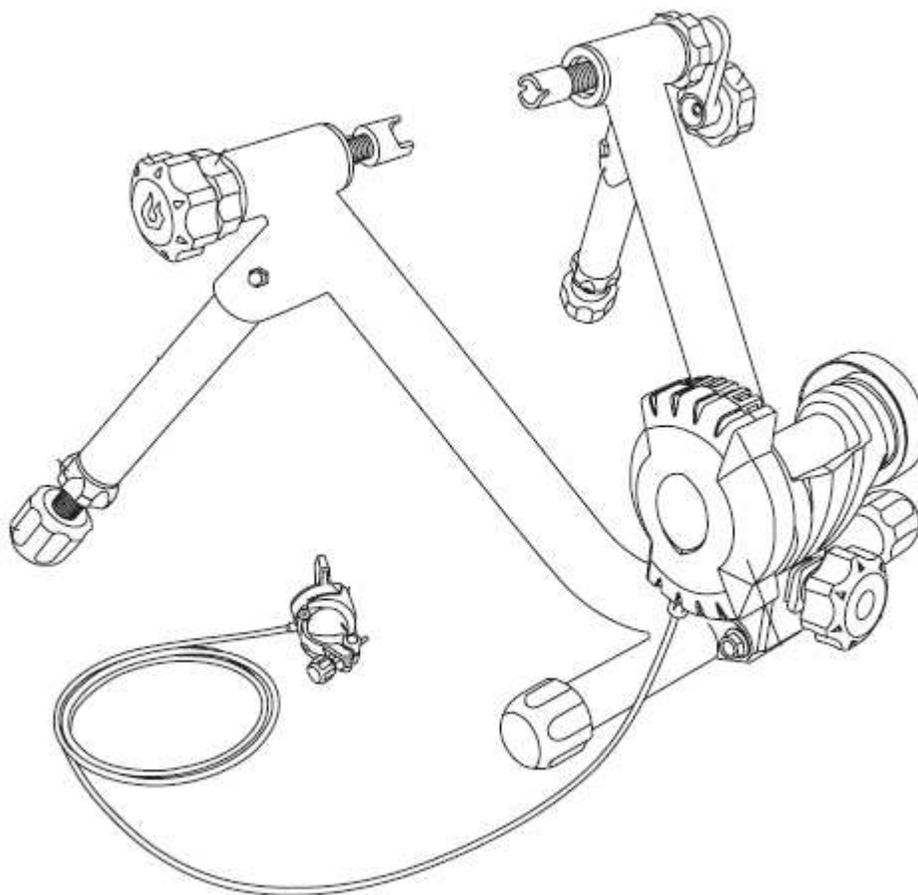


Figura 02 – Ciclo-simulador.
Fonte: <http://www.modernbike.com/trainers.asp>

Esses equipamentos de treinamento permitem aos atletas utilizarem de informações obtidas em testes laboratoriais (consumo de oxigênio, velocidade da máxima fase estável de lactato, frequência cardíaca, entre outros) e utilizá-las em seus treinos diários. Porém, poucos estudos têm examinado a exatidão e a possibilidade de transferência dos dados obtidos nesses testes e sua aplicação prática (EARNEST, et al. 2005; PATON, et al. 2001).

MAXWELL, et al. (1998) compararam a precisão e calibração de 45 ciclos-ergômetros, sendo 35 com sistema de frenagem mecânica, 5 com sistema de frenagem a ar e 5 com sistema de frenagem eletromagnética. Os resultados identificaram que independente do mecanismo de frenagem, houve ergômetros que subestimaram ou superestimaram os valores de potência. Entretanto uma limitação deste estudo, foi que analisaram os erros de medida de potência apenas em cadências de 40 e 60 rpm, que não representa a realidade do ciclismo competitivo.

Em estudos recentes, WHARTON, et al. (2004) e EARNEST, et al. (2005) comparam o ciclo-simulador *CompuTrainer Pro*[®] com o ciclo-ergômetro *Lode Excalibur Sport*[®] (Lode Medical Technology, Groningen), este considerado o padrão ouro para medidas de potência em laboratório. Como resultado desses estudos, os autores encontraram diferenças significativas nos dados obtidos em um teste incremental em relação à potência pico e as potências associadas aos limiares ventilatórios 1 e 2. Estas diferenças apontam que o ciclo-simulador *CompuTrainer* subestima em aproximadamente 30 watts os valores de potência em relação à *Lode Excalibur*. Assim, os autores, sugerem que os dados obtidos em laboratório sejam usados com cautela em ciclos-simuladores disponíveis comercialmente.

GUIRAUD, et al. (2008) compararam o requerimento de VO_2 para determinadas potências em cinco diferentes ciclos-ergômetros (*Ergomeca*[®], *Lifecycle*[®], *Monark*[®], *Polar S710*[®] e *CompuTrainer*) durante testes incrementais. Assim como os demais estudos, GUIRAUD, et al. (2008) identificaram imprecisões de -10 a 18% em relação aos valores de potência associado a um dado valor de VO_2 . Nas potências aferidas entre 100 e 300 watts os ciclos-simuladores *CompuTrainer*, *Monark*, *Polar S710* e *Ergomeca* subestimaram os valores em 30, 15, 15 e 5 watts, respectivamente. Em contra partida, o ciclo-ergômetro *Lifecycle* superestimou tais valores entre 3 a 53 watts, dependendo da potência.

Embora muitos estudos recentes têm focado na análise da potência associada aos diferentes modelos de ciclo-ergômetros e/ou ciclo-simuladores, muitos atletas e treinadores ainda utilizam a velocidade média como índice de referência de performance.

Assim, esse estudo objetivou comparar a performance de 5km de diferentes tipos de ciclos-simuladores, com a performance em campo (velódromo). Também foi objetivo analisar as respostas da FC e do lactato sanguíneo, obtidos ao final da performance de 5km, nas diferentes condições.

2. Referencial Teórico

A energia capacita o atleta a realizar qualquer trabalho, sendo esse a aplicação de força, por músculos em contração, contra uma resistência. A energia é um pré-requisito necessário para a realização da atividade física (BOMPA, 2002).

Existem basicamente três vias metabólicas distintas, porém interligadas, que operam juntas para satisfazer o requerimento energético necessário para a realização da contração muscular (GASTIN, 2001).

2.1 Vias metabólicas

Para a re-síntese de ATP existem três vias metabólicas:

- Metabolismo Anaeróbio Alático;
- Metabolismo Anaeróbio Láctico,
- Metabolismo Aeróbio.

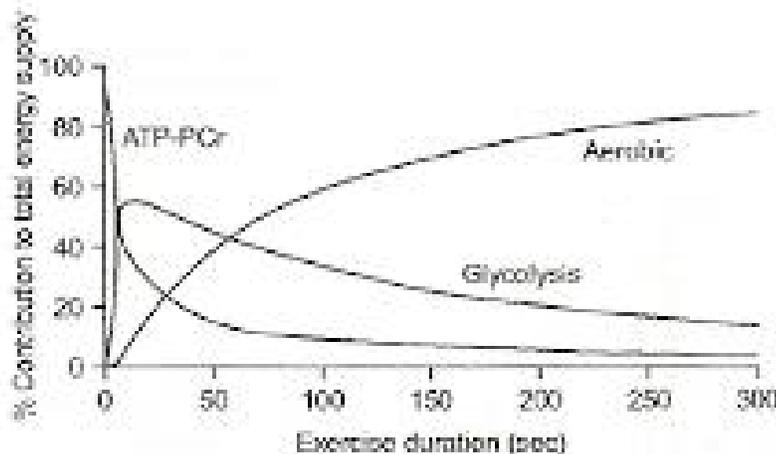


GRÁFICO 01 – Principais fontes energéticas na atividade esportiva (GASTIN, 2001)

2.1.1 Via Anaeróbia

Para suprir a demanda energética gerada por uma atividade física de curta duração (denominado de exercício anaeróbio) utiliza-se da via anaeróbia, via de produção energética sem a utilização de oxigênio.

2.1.2 Glicólise Anaeróbia Alática

Via responsável pela produção de energia através de quebra de moléculas de fosfocreatina (PCr), que juntamente com as moléculas de ATP (Adenosina Trifosfato) armazenada na célula fornece a energia inicial para atividades de alta intensidade, sem a formação de ácido lático.

2.1.3 Glicólise Anaeróbia Láctica

Via responsável pela produção e re-síntese de moléculas de ATP sem a presença de oxigênio, através da degradação de carboidratos, na forma de glicogênio ou glicose armazenado nas células musculares e no sangue em piruvato e posteriormente em ácido lático (GASTIN, 2001).

Quando um exercício de alta intensidade é prolongado, ocorre a rápida redução de PCr e grande acúmulo de lactato no músculo, concomitantemente, com a redução no pH, podendo, com isso, causar a fadiga e, eventualmente, provocar a diminuição ou paralisação da atividade (GASTIN, 2001).

A via anaeróbia é um processo que envolve uma série de reações acopladas catalisadas enzimaticamente, que ocorre no sarcoplasma da célula muscular e produz ao final de suas 11 reações químicas duas moléculas de ATP e duas moléculas de ácido láctico como visto na figura 03 (POWERS, et al. 2000).

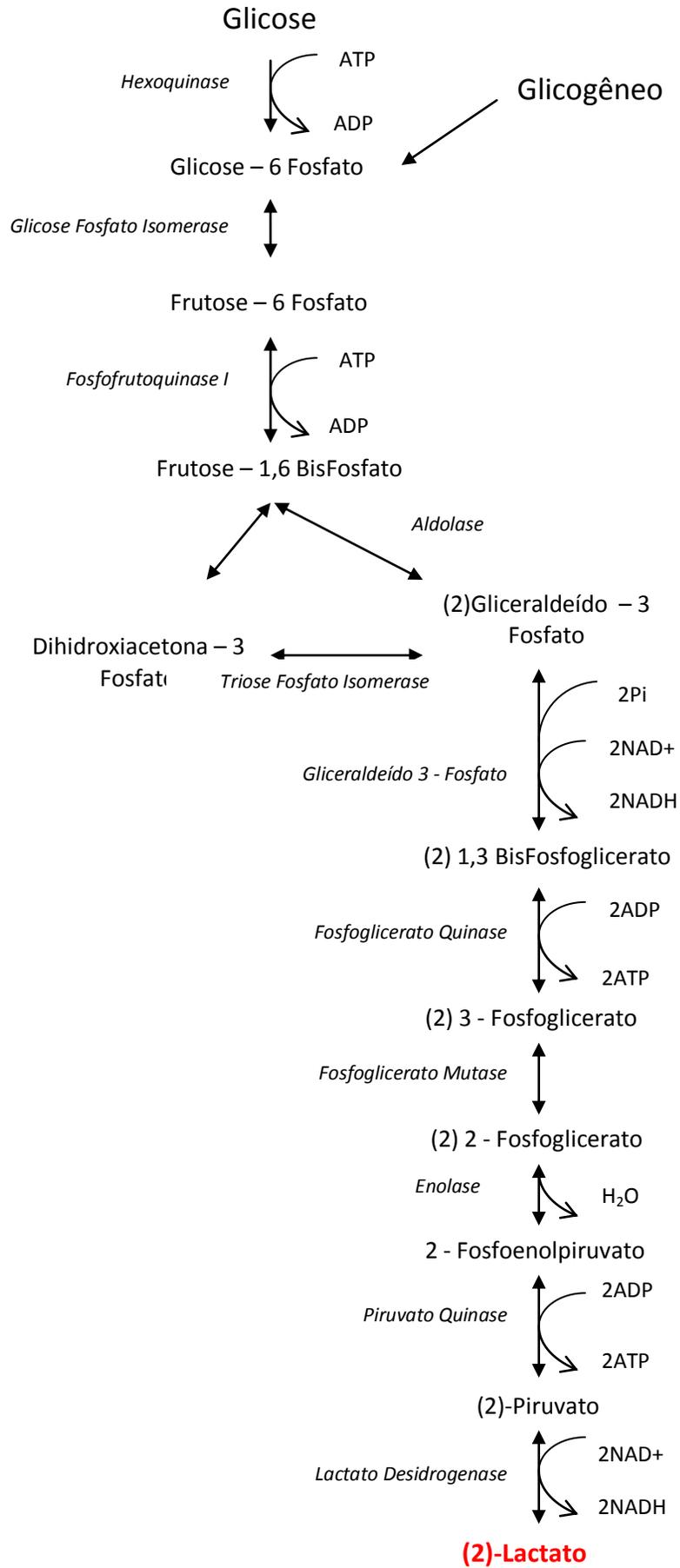


Figura 03 – Via Glicolítica Anaeróbia Láctica – Substratos, produtos e enzimas.

2.1.4 Via Aeróbia

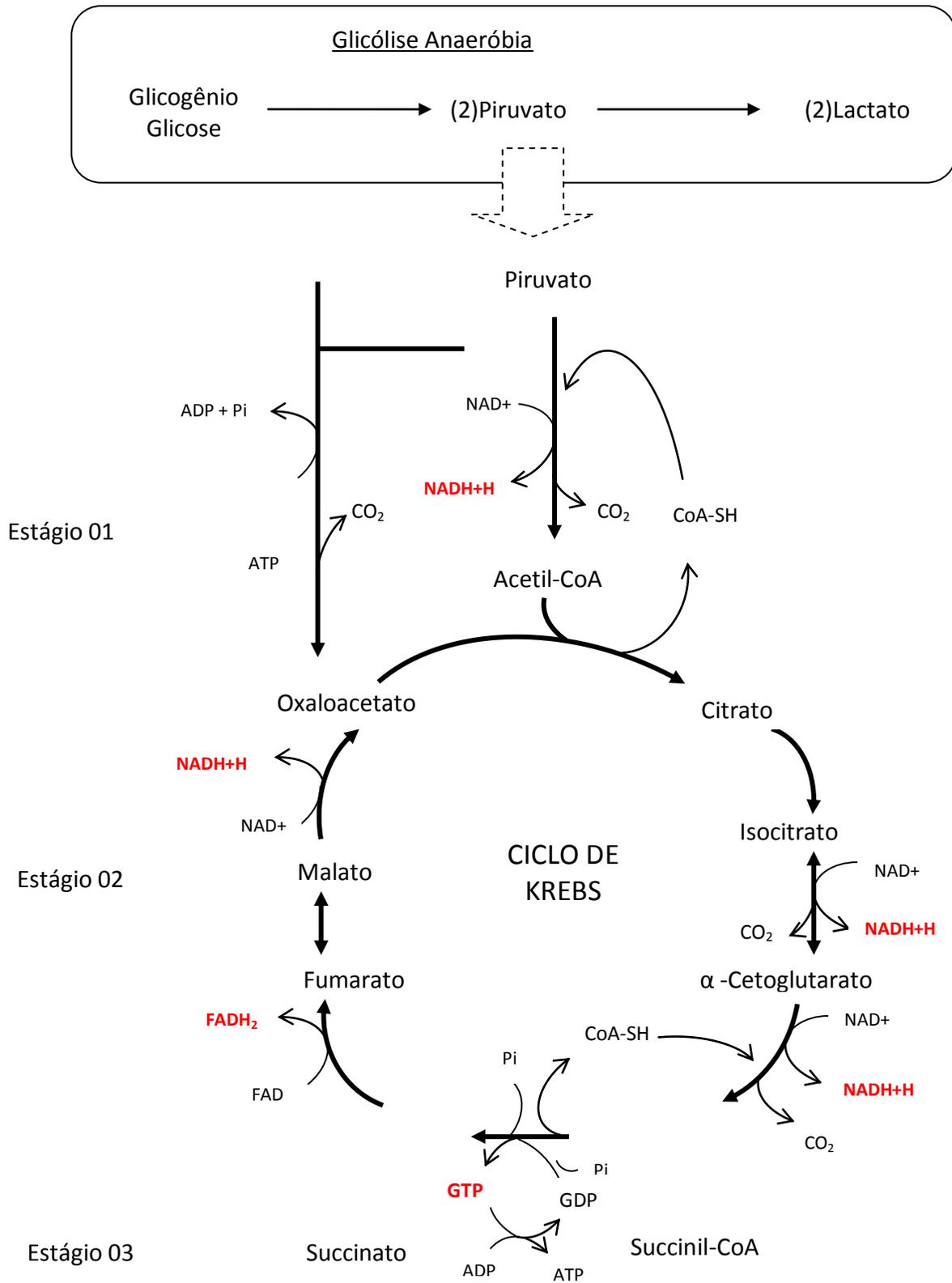


Figura 04 – Via Aeróbia – Ciclo de Krebs (POWERS, et al. 2000).

Por sua vez, o metabolismo aeróbio degrada glicogênio, glicose, gorduras e proteínas na presença de O_2 , capacitando ao atleta realizar atividades de longa duração (2 minutos a 2-3 horas de duração) (POWERS, et al. 2000).

O metabolismo aeróbio fornece grande quantidade de energia, mas com uma velocidade de produção mais baixa, quando comparado com as outras vias. Essa produção ocorre no interior das mitocôndrias em um processo de 3 estágios (figura 04 e 05) (POWERS, et al. 2000).

O estágio 01 é a geração de uma molécula fundamental com dois carbonos, o Acetil-CoA. O estágio 02 é a oxidação do Acetil-Coa no ciclo de Krebs. Já o terceiro estágio é o processo de fosforilação oxidativa (ou formação de ATP) na cadeia de transporte de elétrons.

Para cada molécula de glicose que entra em glicólise, ocorre a formação de duas moléculas de piruvato, e na presença de O_2 , elas são convertidas em duas moléculas de Acetil-Coa, em duas voltas do Ciclo de Krebs.

Ao final de todo o processo de oxidação de uma molécula de glicose, têm-se a formação de 38 ATP's, mostrando, com isso, que o metabolismo aeróbio é muito mais rentável que o metabolismo anaeróbio.

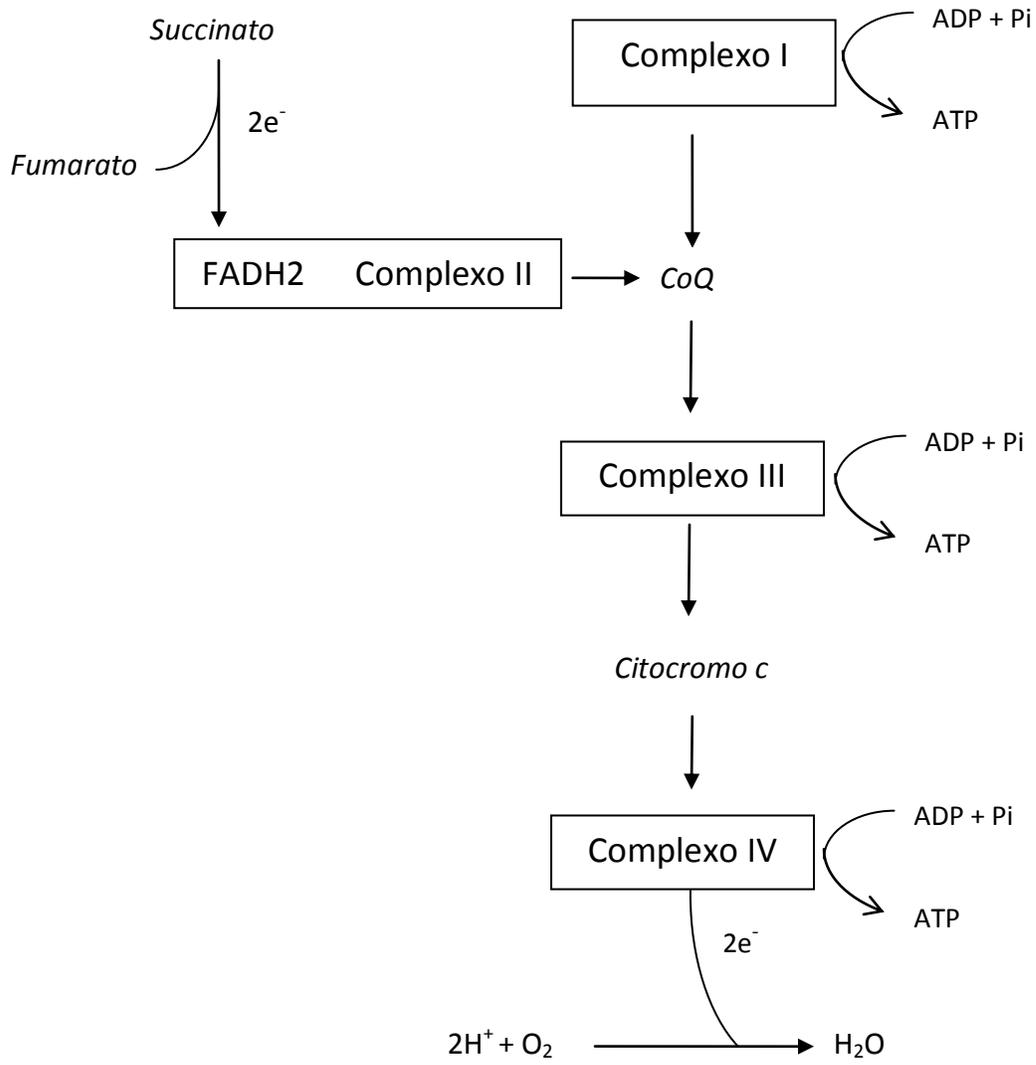


Figura 05 – Estágio 03 - Cadeia de Transporte de Elétron.

2.2 – Índices Fisiológicos

O ciclismo competitivo é um fenômeno global dependente da inter-relação dos fatores metabólicos, biomecânicos e tecnológicos, devido às diferenças de cada uma das diversas competições que compõe esse esporte, tais como: provas de perseguição em velódromo de 2 a 4 km, de curtíssima duração e altíssima intensidade ou Giros e Voltas que duram até 3 semanas com etapas de até 6 horas diárias (FARIA, 2005).

Esses fatores também ocorrem nas etapas de ciclismo nas provas de triathlon, que apresentam grandes variações de distâncias (de 5km a 180km) requisitando, com isso, que esses atletas sejam capazes de tolerar grandes intensidades de esforço em períodos prolongados.

Para isso, diversos índices e parâmetros fisiológicos têm sido empregados como intuito de controlar e prescrever a intensidade de treinamento, predição de performance e controle dos efeitos do treinamento, tais como: consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx), intensidade associada ao consumo máximo de oxigênio (iVO_2 máx), limiar anaeróbio (Lan), concentração de lactato ($[Lac]$), potência crítica (PC), limiar de lactato (LL), tempo limite (TLim), frequência cardíaca (FC), escala subjetiva de esforço, entre outros (BENEKE, et al. 2000; LUCI'A, et al. 2000; SCHABORT, et al. 2000; LAURSEN, et al. 2002).

Além desses parâmetros, segundo HARNISH, et al. (2001) a concentração de lactato sanguíneo ($[Lac]$) em diferentes intensidades de esforço é um grande indicador de performance e de adaptações fisiológicas, o que torna a sua mensuração um excelente indicador do desempenho de ciclistas e atletas de endurance.

Alguns autores têm conseguido relacionar a performance de atletas em testes de ciclismo de 5km e de 40km através da identificação da máxima fase estável de lactato (MLSS) – máxima intensidade de esforço onde a concentração de lactato sanguíneo permanece estável (HARNISH, et al. 2001). Teoricamente, a MLSS representa a maior intensidade de esforço na qual existe o equilíbrio entre taxa de liberação e de remoção do lactato sanguíneo (CAPUTO, et al. 2001).

FOSTER, et al. (1993) estudaram 24 voluntários, patinadores, ciclistas e triatletas, de ambos os sexos. Dezesesseis deles realizaram performances máximas de 5km em ciclo-simulador com frenagem a ar, enquanto, 8 deles, realizaram os testes de 5km em um ciclo-simulador com

frenagem eletrônica para comparação dos dados obtidos de v5km, [Lac], FC, VO₂ e Limiar Ventilatório.

O principal objetivo do estudo foi observar as respostas fisiológicas associadas a testes laboratoriais e compará-las as respostas fisiológicas observadas em competições. Os valores obtidos por FOSTER et al. (1993) foram de v5km ($38,31 \pm 3,8 \text{ km.h}^{-1}$), [Lac] ($13,5 \pm 3,2 \text{ mM}$) e FC ($194 \pm 8 \text{ bpm}$).

Ao fim do estudo, todos os voluntários reportaram terem vivenciado nos testes em laboratório condições de performances similares as enfrentadas em competições, mostrando com isso, a validade de se realizar testes laboratoriais com o intuito de se descrever ou prever performance.

Em 1992, VAN HANDEL sugeriu que a velocidade que ciclistas podiam manter durante um teste de 40km de contra-relógio era um bom estimador da MLSS. SWENSEN, et al.(1999) e HARNISH et al. (2001) propuseram também que testes de 5km poderiam ser utilizados para identificar a velocidade onde era atingida a MLSS (vMLSS).

SWERSEN et al. (1999) propuseram um método não invasivo de determinação da vMLSS através da velocidade média obtida em performance máxima de 5km. Para isso, realizaram um teste incremental para a determinação do MSLL no ciclo-ergometro *Body Guard 990*[®], um teste de performance máxima em 5km em suas próprias bicicletas no ciclo-simulador com frenagem a ar – *Kreidler Rollers*[®] e mais de três a cinco testes de 30' com carga constante em diferentes percentuais da v5km obtida no teste anterior, também no ciclo-simulador.

Por fim, conduziram um teste em estrada, num circuito de 8km com terreno levemente ondulado, onde realizaram 3 voltas no circuito com FC controlada (FC da vMLSS), seguido de mais uma volta no circuito na máxima velocidade possível.

No teste de 5km em laboratório (v5km $43.3 \pm 2.0 \text{ km.h}^{-1}$, [Lac] $16.5 \pm 2.1 \text{ mM}$, FC $190 \pm 11 \text{ bpm}$) e VO₂ ([Lac] $14. \pm 2.9 \text{ mM}$, FC $190 \pm 13 \text{ bpm}$) não foram encontradas diferenças nos valores obtidos. Nos demais testes laboratoriais foram identificados que a MLSS ocorreu a $90,3 \pm 2,7 \%$ da v5km.

Em comparação com os testes realizados no ciclo-simulador, os testes em estrada também não mostraram diferenças entre os valores da [Lac] (12.5 ± 2.0 mM) e FC (183.0 ± 7.1 bpm). Por outro lado, a vMLSS do teste de laboratório (43.7 ± 1.1 km.h⁻¹) foi ligeiramente superior (2%) a do teste de estrada (41.5 ± 0.9 km.h⁻¹), mesmo assim, tendo boa correlação.

Segundo os autores, esses dados mostram que os ciclistas podem estimar a MLSS e FC para seus treinamentos em um ciclo-simulador de frenagem a ar. Para isso, propuseram a equação $vMLSS_{90\%} = 90\%$ da v5km para a determinação vMLSS e $FC_{MLSS} = 88\%$ da FC média 5km, para a determinação da FC da MLSS.

HARNISH et al. (2001) propuseram a validação cruzada da equação SWERSEN et al., 1999, através de testes de 5km e 40km como forma indireta de determinação da vMLSS.

Foram realizados testes incrementais para determinação da MLSS em ciclo-simulador de frenagem eletrônica *Velodyne*[®] (*Frontline Technology*) e testes de performances de 5km e 40km em ciclo-simulador de frenagem a ar Kreitler Rollers. Os nove sujeitos que participaram do estudo utilizaram em todos os testes suas próprias bicicletas.

A vMLSS encontrada, ocorreu a $92,1 \pm 1,2$ % da v5km, não apresentando diferença significativa em relação a proposta por SWERSEN et al. (1999) (90% da v5km). A v40km representou $99,6 \pm 1,1$ % da vMLSS, e não foram encontradas diferenças entre a [Lac], e FC entre a performance de 40km e a MLSS, mostrando grande correlação elas.

Para os autores, a validação da equação $vMLSS_{90\%} = 90\%$ da v5km, possibilita aos atletas e treinadores a facilidade na determinação da vMLSS de forma não invasiva.

CAMPBELL, et al.(2007) também relacionaram a vMLSS e FC obtida em testes de 5km com a vMLSS e FC de testes de 40km, para isso, testaram as equações propostas por SWERSEN et al. (1999) e HARNISH et al. (2001) e através da relação em MLSS e a v5km desses estudos, propuseram uma equação de regressão linear para determinação da vMLSS.

Foram avaliados 11 mountain bikers, em testes máximos de 5km e 40km para a determinação da velocidade média e testes de 30' com carga constante para a determinação da vMSLL. Com os dados, compararam a v40km, vMLSS e a MLSS obtida pelas equações de v5km.

Todos os testes foram realizados com o ciclo-simulador *Blackburn Trakstand Defender*[®] de frenagem magnética, e cada atleta utilizou sua própria bicicleta de estrada.

A vMLSS obtida no teste de 30' foi de $45,64 \pm 2,0 \text{ km.h}^{-1}$, valor equivalente a $90,9 \pm 0,5\%$ da v5km. O valor da vMLSS não apresentou diferença significativa em relação aos valores encontrados da vMLSS_{90%} ($45,09 \pm 1,81 \text{ km.h}^{-1}$), da vMLSS_{equação} ($45,77 \pm 1,77 \text{ km.h}^{-1}$) e da v40km ($45,57 \pm 1,97 \text{ km.h}^{-1}$).

Os autores encontraram grande correlação entre os testes, apesar de terem obtidos nos testes de 5km e 40km velocidade médias com um grande valor de desvio padrão DP, (v5km $50,07 \pm 6,73 \text{ km.h}^{-1}$, vMáx_{5km} $59,8 \text{ km.h}^{-1}$, v40km $45,57 \pm 6,55 \text{ km.h}^{-1}$, vMáx_{40km} $55,5 \text{ km.h}^{-1}$)

Em geral esses estudos mostraram que essa equação é válida tanto para estimar de forma indireta a vMLSS quanto para identificar a velocidade que o ciclista pode sustentar durante uma prova de 40km.

Na tentativa de comparar testes de campo com testes laboratoriais, através de frequência cardíaca e limiar de lactato, com o objetivo de predição de performance e detecção dos efeitos do treinamento, BALIKIAN, et al. (1996) identificaram maior validade na relação da predição da performance em provas de ciclismo de contra relógio de 40km com testes de campo, enquanto que em relação a determinação dos efeitos de treinamento ambos os testes se mostraram eficazes.

Esses estudos se valeram de protocolos em que os testes eram realizados tanto em velódromos (teste de campo) quanto em ciclos-ergômetros específicos para testes laboratoriais, tais como: ciclo-ergômetro *Body Guard*[®] (SWENSEN, et al. 1999) e ciclo-ergômetro mecânico *Monark*[®] (BALIKIAN, et al. 1996).

Com tudo isso, vemos que é possível realizar testes de ciclismo na distância de 5km com o intuito de determinar a performance em provas de 40km (ciclismo: 40km contra-relógio, e triathlon olímpico, onde a etapa de ciclismo também tem a distância de 40km). Bem como determinar a vMLSS para prescrição de zonas de treinamento, tanto em testes de campo, como em testes laboratoriais.

Assim como a concentração de lactato, a frequência cardíaca também tem sido um grande aliado no monitoramento da intensidade de esforço, devido a sua crescente facilidade de aferição através dos monitores cardíacos (GILMAN et al. 1996; ACHETEN, et al. 2003) e devido sua

grande relação com o consumo de oxigênio e lactato sanguíneo (KARVONEN, et al. 1988;; LUCIA et al. 2001 HEU et al. 2006).

Concomitantemente a esses indicadores, cada vez mais, a percepção subjetiva de esforço (PSE) tem sido utilizada, pois permite o monitoramento durante a atividade física do trabalho muscular, do trabalho cardiovascular, função respiratória e do sistema nervoso central (BORG, 1982; FOSTER, 1998; FOSTER et al. 2001).

A percepção subjetiva de esforço foi desenvolvida inicialmente através de um teste em ciclo- ergômetro com aumento linear da intensidade, onde foi determinada a frequência cardíaca e consumo de oxigênio que foram correlacionados a 15 níveis de esforço de 6 (muito, muito bem) a 20 (exausto) (BORG, 1982, 2000; JURADO; BORIN, 2006).

Percepção Subjetiva de Esforço – Escala de Borg

Escala de Cansaço	
6	
7	Muito, Muito Bem
8	
9	Muito Bem
10	
11	Bem
12	
13	Pouco Cansado
14	
15	Cansado
16	
17	Muito Cansado
18	
19	Muito, Muito Cansado
20	Exausto

Tabela 01 – Escala de Cansaço com 15 níveis (6-20) de BORG (1982) adaptada por JURADO e BORIN (2006)

3. Objetivos

3.1 Objetivo Geral

Identificar as performances máximas de 5km em diferentes ciclos-simuladores e em velódromo.

3.2 Objetivos Específicos

- Comparar variáveis fisiológicas e bioquímicas (frequência cardíaca e concentração de lactato), percepção subjetiva de esforço e performance (tempo e velocidade média) em testes de ciclismo de 5km em esforço máximo em diferentes locais;
- Correlacionar variáveis fisiológicas e bioquímicas (frequência cardíaca e concentração de lactato), percepção subjetiva de esforço e performance (tempo e velocidade média) obtidas nos testes de ciclismo de 5km em esforço máximo em ciclo simulador, com testes de 5km em velódromo;

4. Material e Métodos

4.1 Amostra

Para a coleta de dados, foram utilizados 08 triatletas do sexo masculino, com idade média de $29,72 \pm 6,58$, com no mínimo de 3 anos de experiência de treinamento com a modalidade Short Triathlon e em ciclo-simulador, ranqueados entre os dez primeiros colocados de suas respectivas categorias no Troféu Brasil de Triathlon de 2009.

Tabela 02. Descrição da amostra (média e desvio padrão).

Variável	Sujeitos
Idade	$29,72 \pm 6,58$ anos
Peso	$70,58 \pm 4,66$ kg
Altura	$171,30 \pm 5,45$ cm
%G	$12,90 \pm 1,21$

4.2 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Todos os processos referentes à participação dos voluntários foram submetidos à aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) sob o processo n° 1203/2009 (ANEXO 01). Após aprovação pela respectiva instituição, os voluntários selecionados foram informados e

familiarizados sobre todos os procedimentos dos testes que realizariam e suas implicações, assinando um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 02) segundo determinação do Conselho Nacional de Saúde (Resolução 196/96).

4.3 Avaliação Antropométrica

Para cada indivíduo foi medida a massa corporal (utilizado uma balança analógica Filizola, com precisão de 0,1 kg), altura (utilizado um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1 cm) e a dobras cutâneas subescapular, supra-íliaca, axilar média, tricipital, coxa, abdômen e peitoral (utilizado um compasso científico Lange com precisão de 0.1 mm).

Para o cálculo da densidade corporal (DC), foi utilizada a fórmula proposta por JACKSON, POLLOCK (2004) através da somatória das dobras cutâneas (ST): subescapular, supra-íliaca, axilar média, tricipital, coxa, abdômen e peitoral.

$$DC \text{ Homem} = 1,112 - [0,00043499(ST) + 0,00000055(ST)^2] - [0,0002882(idade)]$$

Para o cálculo do percentual de gordura (%G) foi utilizada a fórmula proposta por Siri (1961).

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

Todas as aferições foram realizadas seguindo as padronizações propostas por GALLAWAY et al. (1988).

4.4 Locais de aplicação dos testes

Os atletas foram testados em três diferentes tipos de ciclos-simuladores escolhidos por seus diferentes princípios de funcionamento e disponibilidade no mercado nacional e também em

um velódromo de distância oficial, local este escolhido com o intuito de permitir a reprodutibilidade do estudo.

CompuTrainer Pro Model[®] – Ciclo-simulador CompuTrainer[®] é produzido pela Racer Mate Inc[®] e possui um sistema de resistência eletro-magnética controlada por um hardware conectado diretamente a um computador, o qual controla, dentre diversos parâmetros, a resistência de frenagem empregada (<http://www.racermateinc.com>).



Figura 06 – Ciclo-simulador Computrainer.

Fonte: Site <http://www.racermateinc.com/computrainer.asp>

CycleOps Fluid 2[®] – Ciclo-simulador CycleOps[®] produzido pela Saris Cycling Grup[®] possui resistência de frenagem de fluido, em que a resistência varia automaticamente em função

da da velocidade da roda da bicicleta. Essa variação ocorre devido à presença de silicone líquido em seu mecanismo de funcionamento, o qual quando aquecido devido ao uso do ciclo-simulador, aumenta sua viscosidade aumentando sua resistência de frenagem (<http://www.saris.com/>).



Figura 07 – Ciclo-simulador CycleOps Fluid. Fonte: Site: <http://www.saris.com/p-309-fluid.aspx>

Tranz-X JD-111L[®] - Ciclo-simulador *Tranz-X[®]* é produzido pela *J.D. Components[®]* e possui sistema de resistência magnética com regulagem mecânica (alavanca de regulagem) com 06 diferentes níveis de esforço. A resistência magnética é gerada pela produção de um campo magnético produzido pelos ímãs dispostos dentro ciclo-simulador. Entretanto, esse tipo de mecanismo ao aumentar a velocidade e força aplicada a resistência não aumenta proporcionalmente (como em ciclos-simuladores de fluido), sendo por isso, necessária ajustá-la através da regulagem mecânica de 6 níveis de esforço, onde através da aproximação dos ímãs há ou aumento na resistência magnética (<http://www.jdtranzx.com>).



Figura 08 – Ciclo-simulador Tranz-X. Fonte: Site <http://www.jdtranzx.com>

Velódromo – Pista com forma oval, com curvas e retas inclinadas composta de cimento que recebe diversas provas disputadas no ciclismo. Velódromo utilizado na pesquisa: Velódromo Municipal de Americana (SP) - com metragem oficial de 333,3 metros, credenciado pela Federação Paulista de Ciclismo.



Figura 09 – Velódromo Municipal de Americana. Fonte: Site: <http://portal.fpciclismo.org.br/>

4.5 Testes Realizados

Cada atleta realizou no total 4 testes (sendo 3 nos ciclos-simuladores e 1 no velódromo) de forma randomizada e com um intervalo de 48 horas entre eles para permitir sua recuperação metabólica (MESSONNIER, et al. 2006). Cada atleta utilizou sua própria bicicleta de competição e foram orientados a permanecer em uma posição que usualmente adotam em competições (todos assumiram uma posição em que utilizaram o clip).

Todos os sujeitos foram orientados a não treinar pelo menos 24 horas antes dos testes e ingerir a última refeição pelo menos 2 horas antes do início das coletas.

Durante o procedimento dos testes com os ciclos simuladores, a temperatura ambiente do laboratório foi controlada para permanecer entre 22 – 25°C e umidade relativa do ar entre 60-

70%. Todos esses testes foram realizados no Laboratório de Atividades Aquáticas – LABAQUA na Faculdade de Educação Física da UNICAMP.

Para os testes realizados no Velódromo Municipal de Americana, a temperatura ambiente e umidade relativa do ar foram medidas e os testes somente foram realizados quando os valores de 22 – 25°C e 60-70% respectivamente para temperatura e umidade relativa do ar. Todos os testes foram realizados apenas em dias sem a condição meteorológica de vento.

Em todos os testes, a pressão dos pneus foi mantida a mesma (100 psi) para evitar diferenças na resistência de rolamento (EMPFIELD, 2002; BUCHANAN, et al. 2003; FARIA, et al. 2005). Além disso, todos os testes foram realizados na mesma hora do dia (entre 7 e 9 horas AM) para evitar influências do ciclo circadiano (CAMPBELL, et al., 2007).

4.5.1 Protocolo dos Testes

O protocolo de cada teste consistiu em um aquecimento leve de 10 minutos seguido de uma coleta de sangue para identificação da concentração de lactato sanguíneo pré-esforço. Logo após esse coleta, o atleta realizou uma performance máxima de 5km seguido de uma nova coleta sanguínea para nova identificação da concentração do lactato sanguíneo pós-esforço.

As concentrações de lactado sanguíneo foram verificadas com o analisador portátil *Accusport*® (Boehringer Mannheim). Foram coletadas amostras de 25 µL de sangue através de capilares heparinizados, lancetados no dedo com assepsia previa do local com álcool, sendo utilizado, para isso, Lancetador *Softclix* (*Accu-Check* ®).

Durante todo o teste (aquecimento e esforço máximo) foi coletado a frequência cardíaca e tempo do atleta através do medidor de frequência cardíaca da marca *Polar*®, modelo *Polar S625X* e os dados foram transferidos para o computador pela interface IR Interface *Polar*®. Para a marcação dos 5km nos quatro testes, foi utilizado um ciclo computador da marca *Cateye*®, modelo *Cateye Velo 5*, instalado em todos os testes, em cada uma das bicicletas.

Antes do aquecimento e após o teste de 5km, cada atleta, utilizando a escala proposta por BORG (2000) adaptado por JURADO e BORIN (2006), identificou sua percepção de esforço, respondendo a pergunta: “*Neste momento, qual é o seu estado de cansaço de acordo com a tabela?*”

Todos os dados foram coletados pelo mesmo avaliador, buscando, com isso, uma padronização e confiabilidade nos dados (PEREIRA, GOMES, 2003).

Dados coletados por teste: tempo (min), velocidade média (km/h), lactato sanguíneo (mM) antes e após cada teste, frequência cardíaca e percepção de esforço ao final de cada teste.

No teste do velódromo foram cumpridas 15 voltas na pista totalizando os 5km do teste. No teste do ciclo-simulador Computrainer foi criado através de seu software (*RacerMate Interactive 3D software*[®]) um percurso plano, reto e sem vento de 5km, onde foi utilizada a calibragem indicada pelo fabricante. Já no teste do ciclo-simulador Tranz-X foi padronizado a utilização da carga de frenagem 02 para todos testes.

4.6 Determinação da Máxima Fase Estável de Lactato (MLSS)

Para estimar a vMLSS, a partir da velocidade média de 5km foram utilizados dois diferentes procedimentos, propostos respectivamente por SWENSEN et al. (1999) [vMLSS_{90%} = 90% da v5km] e CAMPBELL et al. (2007) [vMLSS_{equação} (km/h) = 0.8809 x v5km + 1.6365].

5. Análise dos Dados

Para a análise dos dados foi utilizado o programa *Excel* para o *Windows* e para o tratamento dos dados o software *GraphPad Prism 5.00.288*. Para verificar a normalidade dos dados foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk.

Para comparações dos tempos de performance de 5km, assim como da frequência cardíaca, concentração de lactato sanguíneo e percepção de esforço entre os ciclos-simuladores e o velódromo, foi utilizado o teste ANOVA, com *Post-hoc* de Bonferroni.

Para realizar testes de correlação entre as variáveis, foi utilizado o teste de correlação de Pearson.

Para realizar a comparação entre as vMLSS preditas por duas equações a partir das velocidades médias de 5km, foi utilizado a teste *t Student* pareado.

Para a análise de Concordância foi utilizado o método de Blant- Altman.

A significância para as comparações estatísticas foi estabelecida como $p < 0,05$.

6. Resultados

Os valores médios de velocidade obtidos nos testes para o Velódromo, Computrainer, CycleOps e Tranz-X, estão expressos na tabela 03. Na tabela 04 são apresentados o coeficiente de correlação entre as 4 condições analisadas.

Tabela 03. Valores individuais, média \pm desvio padrão (DP), da velocidade média (km.h⁻¹) dos 5km nas 4 condições analisadas.

	Velódromo	Computrainer	CycleOps	Tranz-X
1	39,2	36,6	34,1	37,7
2	35,9	34,7	33,3	38,8
3	37,2	37,7	33,7	39,0
4	35,1	34,2	32,2	36,1
5	35,2	37,9	32,2	34,9
6	37,7	34,7	32,6	38,9
7	35,0	33,5	34,2	35,1
8	38,6	39,0	36,8	36,9
Média	36,8	36,1	33,7*	37,2
DP	1,7	2,0	1,5	1,7

* Significativamente menor ($p < 0,05$) em relação ao entre Velódromo, Computrainer e Tranz-X.

Tabela 04. Coeficiente de correlações (r) de Pearson entre as performances de 5km (km.h⁻¹) nas 4 condições analisadas.

	Velódromo	Computrainer	CycleOps	Tranz-X
Velódromo	-	0,52	0,58	0,54
Computrainer	0,52	-	0,47	0,05
CycleOps	0,58	0,47	-	0,06
Tranz-X	0,54	0,05	0,06	-

p < 0,05.

Nos gráficos de 02 a 04, estão expressas as análises de concordância entre a v5km obtida no velódromo com as demais velocidades obtidas em cada ciclo-simulador.

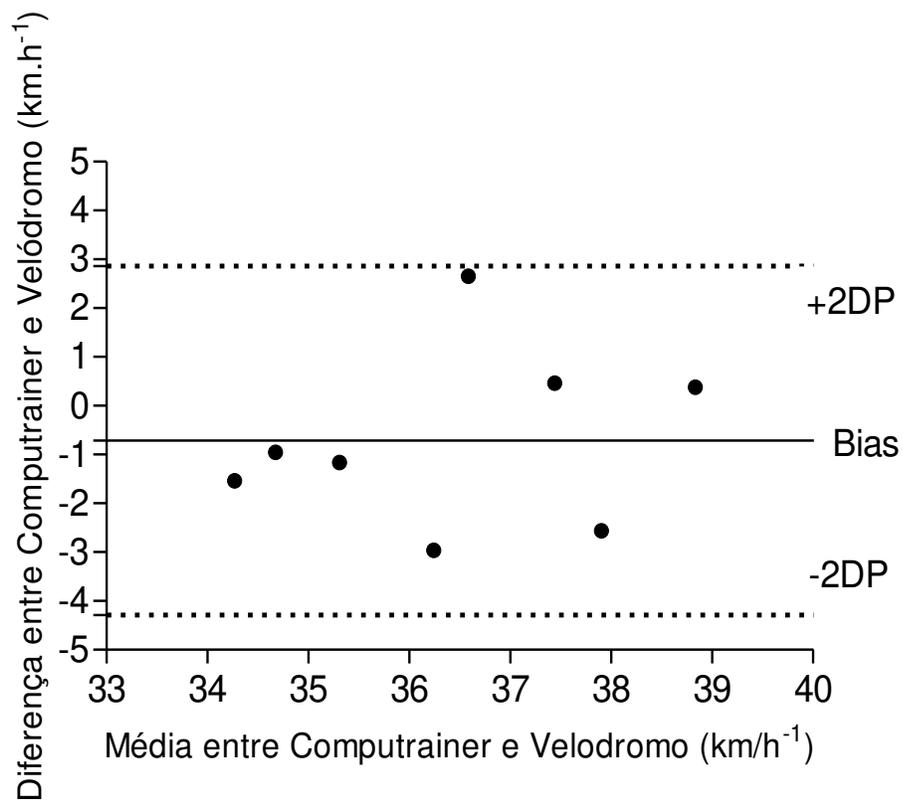


Gráfico 02. Análise (Blant- Altman) de concordância entre as velocidades médias do Computrainer e do Velódromo.

Bias= - 0,71 km.h⁻¹; IC 95% inferior = 2,86 km.h⁻¹; IC95% superior= -4,28 km.h⁻¹

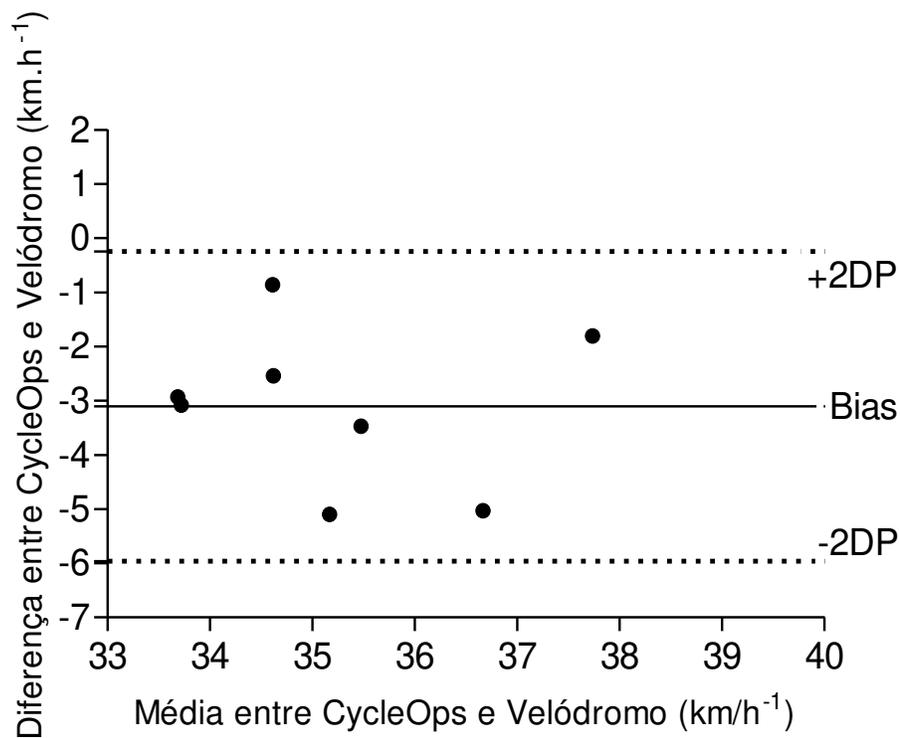


Gráfico 03. Análise (Blant- Altman) de concordância entre as velocidades médias do CycleOps e do Velódromo.

Bias= -3,10 km.h⁻¹; IC 95% inferior = -0,24 km.h⁻¹; IC95% superior= -5,96 km.h⁻¹

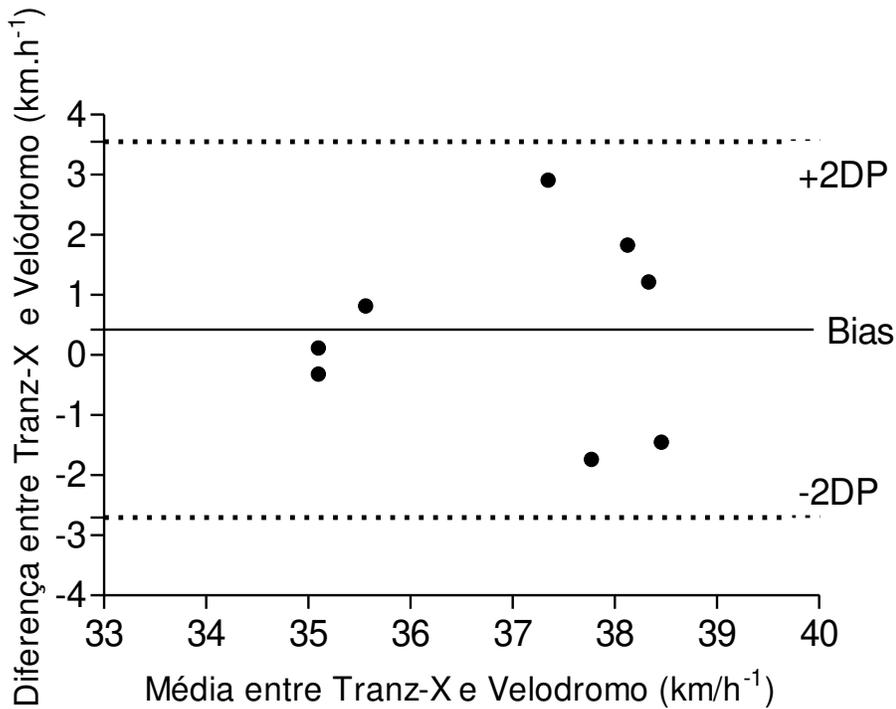


Gráfico 04. Análise (Blant- Altman) de concordância entre as velocidades médias do Tranz-X e do Velódromo.

Bias= 0,42 km.h⁻¹; IC 95% inferior = 3,54 km.h⁻¹; IC95% superior= -2,7 km.h⁻¹

Na tabela 05, estão expressos os valores médios da concentração de lactato sanguíneo pré teste, concentração de lactato sanguíneo pós teste, frequência cardíaca final e percepção subjetiva de esforço final.

Tabela 05. Valores médios \pm desvio padrão, das variáveis fisiológicas obtidas na performance de 5km nas diferentes condições analisadas.

	Velodromo	<i>Computrainer</i>	<i>Cycleops</i>	<i>Trans-x</i>
[Lac] inicial (mM)	3,3 \pm 0,99	3,5 \pm 0,89	3,1 \pm 0,91	3,0 \pm 1,13
[Lac] final (mM)	10,4 \pm 2,58	11,3 \pm 1,85	12,2 \pm 1,72	12,1 \pm 3,1
FC final (bpm)	169 \pm 10	171 \pm 10	169 \pm 9	164 \pm 10
PSE final	18	19**	18	17*

* Significativamente menor ($p < 0,05$) em relação ao *Computrainer***.

Através dos dados de velocidade média coletados pode-se através das fórmulas propostas por SWENSEN et al. (1999), validada por HARNISH et al. (2001) e CAMPBELL et al. (2007) identificar os valores da velocidade da máxima fase estável do lactato sanguíneo, tabela 06.

Tabela 06. Velocidades médias dos 5km e da MLSS obtida por duas equações diferentes, para as quatro condições analisadas.

	Velódromo	Computrainer	CycleOps	Tranz-X
v5km (km.h ⁻¹)	36,76	36,05	33,66	37,19
vMLSS _{90%} (km.h ⁻¹)*	33,08	32,45	30,29	33,47
vMLSS _{equação} (km.h ⁻¹)**	34,02	33,39	31,29	34,40

*SWENSEN et al. (1999) e HARNISH et al. (2001) vMLSS_{90%} = 90% da v5km

**CAMPBELL et al. (2007) vMLSS_{equação} = 0.8809 x v5km + 1.6365

Entre as duas fórmulas não foi encontrada diferença estatística na predição do vMLSS.

7. Discussão

O presente estudo objetivou a comparação da performance máxima de 5km em velódromo com a performance máxima de 5km em 3 diferentes ciclos-simuladores, com diferentes sistemas de frenagem: resistência eletro-magnética, resistência de fluido e resistência magnética.

Os ciclos-simuladores foram desenvolvidos com o intuito de simular as condições de resistência enfrentadas pelos ciclistas quando estão pedalando suas bicicletas, para serem utilizados em treinos e avaliações físicas.

Entretanto deve-se considerar que quando se pedala em ciclo-simuladores, a resistência imposta pelo ar frente ao deslocamento do ciclista é nula, e muitas vezes não compatível com a realidade do ciclismo de campo. De um modo geral, existem três tipos de resistências que devem ser vencidas por um ciclista, para que esse possa se deslocar: resistência de rolamento (atrito do pneu com o solo), a resistência mecânica (proveniente das engrenagens da bicicleta) e a principal que é a resistência do ar (CAPELLI, 1993; FARIA, 2005).

Como já demonstrado por diversos autores (Di PRAMPERO et al., 1979) a resistência do ar, é a que apresenta maior contribuição para a resistência total encontrada pelo ciclista, em condições de campo. Em velocidades superiores a 30 km/h, a resistência do ar (resistência de arrasto) é responsável por cerca de 80% da força total gerada para deslocar-se em uma bicicleta tradicional (TOO, 1990; FARIA, 2005). É importante ressaltar também que no ciclismo existe uma relação quadrática entre a velocidade de deslocamento e a resistência do ar, ou seja, para um dado aumento na velocidade, a resistência do ar aumenta ao quadrado (TOO, 1990; FARIA, 2005).

Posições mais aerodinâmicas, como as assumidas pelos sujeitos desse estudo (usando o clip), influenciam diretamente na velocidade do ciclista, aumentando-a, devido à redução na área frontal projetada (resistência frontal), a qual combinada com a bicicleta e seus equipamentos resultam na resistência de arrasto (FARIA, 2005).

Considerando este fato, testou-se a hipótese de que os ciclos-simuladores superestimam a velocidade encontrada em uma situação de campo (velódromo) para um contra-relógio de 5km devido a inexistência dessa resistência.

Entretanto, no presente estudo os ciclo-simuladores Computrainer e Tranz-X não apresentaram diferenças significativas em relação aos valores médios da v5km quando comparados com o Velódromo. Por outro lado, os valores obtidos em ambos os ciclos-simuladores não apresentaram correlações significantes com a v5km obtida no velódromo. Da mesma forma, não foram encontradas correlações significantes entre os ciclos-simuladores entre si (como visto na tabela 04). Contudo, apenas o ciclo-simulador CycleOps apresentou valor significativo menor de velocidade média, subestimando assim a velocidade média do Velódromo.

Através desses dados, pode-se inferir que a resistência do ar é o grande diferencial entre o velódromo e os ciclos-simuladores. Devido a essa diferença, os ciclos-simuladores tentam reproduzir a resistência de arrasto, através dos diferentes tipos de frenagens, porém a relação entre a resistência frontal e sua consequência sobre a velocidade, não tem como ser simulada nos equipamentos, fato este que pode explicar a falta de correlação significativa entre o velódromo e os ciclos-simuladores.

Com a análise de concordância (Blant- Altman) pode-se verificar baixa concordância entre as velocidades médias do velódromo e todos os ciclos-simuladores estudados, dado que reforça a baixa correlação encontrada entre as performances estudadas.

Os parâmetros fisiológicos analisados no estudo ([LAC], FC e PSE) não apresentaram diferenças significativas. Em função de ter sido realizado um teste de performance, e as variáveis terem sido obtidas ao final do teste, espera-se não encontrar diferenças, denotando assim que os sujeitos realmente terminaram em uma mesma condição fisiológica máxima para tal distância.

Contudo, deve-se ressaltar que a PSE do ciclo-simulador Tranz-X apresentou valor significativamente menor apenas quando comparado com o ciclo-simulador Computrainer. Mesmo não apresentando diferenças nas outras variáveis, possivelmente, o tipo de frenagem desse ciclo-simulador (magnética) pode gerar uma sensação de menor esforço. Em contra partida, o ciclo-simulador Computrainer foi o que obteve o maior índice de PSE, possivelmente essa sensação também é resultante em função do tipo de frenagem (eletro-magnética).

Apesar da falta de correlação entre as performance, não pode-se descartar que, segundo os dados obtidos no presente estudo, as velocidades médias se mostram próximas nas 4 situações estudadas, e todos os parâmetros fisiológicos não apresentaram diferenças, mostram assim, a validade que esses três ciclo-simuladores têm como ferramenta de treinamento.

Através da aplicação das fórmulas propostas por SWENSEN, et al. (1999) e CAMPBELL et al. (2007) referentes a vMLSS nos dados do presente estudo, obtiveram-se valores que não apresentaram diferenças significativas, mostrando com isso, que os ciclo-simuladores podem ser utilizados para determinar de forma indireta a vMLSS através de performances de 5km, podendo assim, serem utilizados como ferramentas importantes de monitoramento de treinamento e de monitoramento de performance.

Conclusões

De acordo como os resultados do presente estudo, pode-se concluir que:

É possível reproduzir em um ciclo-simulador as condições encontradas no velódromo, entretanto deve-se atentar ao tipo de ciclo-simulador que será utilizado para essa reprodutibilidade e a finalidade da mesma.

Por nenhum dos ciclo-simuladores terem apresentado correlação com a performance obtida no teste de campo, todos os parâmetros fisiológicos de [LAC], FC e PSE se mostraram iguais nas 4 condições estudadas, e apenas valores diferentes da v5km obtida no ciclo-simulador Cycleops (subestimando o a v5km do Velódromo), podemos concluir que:

Os ciclo-simuladores possuem limitações quando utilizá-los para predição de performance de 5km em relação ao velódromo. Contudo, essas limitações não descartam a viabilidade de serem utilizados como excelentes ferramentas de treinamento e monitoramento de treinamento, porém, são equipamentos que quando utilizados para realização de testes, os dados obtidos somente poderão ser comparados com testes realizados pelo mesmo tipo ciclo-simulador e nunca comparados com ciclo-simuladores com outros tipos de frenagem.

Referências Bibliográficas

1. ACHTEN, J., JEUKENDRUP, A.E.. **Heart rate monitoring: Applications and limitations.** Sports Medicine, v.33, n.7, p.517-538, 2003.
2. AMANN, M., SUBUDHI, A.; FOSTER, C.. **Influence of testing protocol on ventilatory thresholds and cycling performance.** Medicine and Science and Sports Exercise, v. 36, n. 4, p. 613-622, 2004.
3. BALIKIAN, P.J.; DENADAI, B.S.. **Aplicações do limiar anaeróbio determinado em teste de campo para o ciclismo: Comparação com valores obtidos em laboratório.** Motriz, v.2, n.1, p.26-32, 1996.
4. BENEKE, R.; HUTLER, M.; LEITHA, R.M.. **Maximal lactate-steady-state independent of performance.** Medicine and Science and Sports Exercise, v. 32, n. 6, p. 1135–1139, 2000.
5. BERRY, M. J., W. E. POLLOCK, K. VAN NIEUWENHUIZEN, AND P. H. BRUBAKER. **A comparison between aero and standard racing handlebars during prolonged exercise.** International Journal of Sports Medicine, v.15, n. 1, p.16-20, 1994.
6. BOMPA, T.O.. **Periodização: Teoria e metodologia do treinamento.** 4ª Edição. São Paulo: Editora Phorte 2002.
7. BOULAY, M.R.; SIMONEAU, J.A.; LORTIE, G.; BOUCHARD, C. **Monitoring high-intensity endurance exercise with heart and thresholds.** Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 29, n.1, p.125-132, 1997.

8. BORG, G. **Psychological bases of physical exertion**. Medicine and Science in Sports and Exercise, v.14, n.5 p.377-381, 1982.
9. BORG, G. **Escala de Borg para dor e o esforço percebido**. 1ª Edição. São Paulo: Editora Manole, 2000.
10. BUCHANAN, I.; SHORETT, S.. **Aerodinamics**, 2003. Disponível em: <http://www.fitwerx.com/Newfile/BycicleGeometry.html>. Acesso em: Outubro de 2004.
11. CALLAWAY, C.W.; CHUMLEA, W.C.; BOUCHARD, C.; HIMES, J.H.; LOHMAN, T.G.; MARTIN, A.D. et al. In: LOHMAN TG, ROCHE AF, MARTORELL R. **Anthropometric standardization reference manual**. Illinois: Human Kinetics Books,1988.
12. CAMPBELL, C.S.G; SOUSA, W.H.; FERREIRA, J.N.; ASSENÇO, F.; SIMÕES, H.G.. **Prediction of maximal lactate steady state velocity based on performance in a 5km cycling test**. Revista Brasileira de Cineantropometria Desempenho Humano, v.9, n.3, p.223-230, 2007.
13. CAPELLI, C.; ROSA, G.; BUTTI, F.; FERRETTI, G.; VEICSTEINAS, A. , DI PRAMPERO, P.E.. **Energy cost and efficiency of riding aerodynamic bicycles**. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, v.67, n.2, p.144-149, 1993.
14. CAPUTO, F.; DANTAS, R.L.; MANCINI, E.; DENADAI, B.S.. **Comparação de diferentes índices obtidos em testes de campo para predição da performance aeróbia de curta duração no ciclismo**. Revista Brasileira Ciência e Movimento, v.9, n.4, p.13-17, 2001.

15. DE LUCAS, R. D. ; MANCINI, E. ; DENADAI, B. S.. **Efectos de ruedas aerodinámicas sobre el umbral anaeróbio y la performance en el ciclismo.** Apunts de Medicina de l'Esport Barcelona, v. 137, p. 13-16, 2002.
16. Di PRAMPERO, P.E., G. CORTILI, P. M., F. SAIBENE. **Equation of motion of a cyclist.** Journal of Applied Physiology, v. 47, n.1, p.201-206, 1979.
17. EARNET, C.; WHARTON, R.P.; CHURCH, T.S.; LUCIA, A..**Reliability of the lode exalibur sport ergometerand applicability to computrainer electromagnetically braked cycling training device.** Journal of Strenght and Conditioning Research, v.19, n.2, p.344-348, 2005.
18. EMPFIELD, D.. **Rolling resistance,** 2002. Disponível em: <http://www.slowtwich.com/mainheadings/techctr/rolling.html>. Acesso em: Agosto de 2004.
19. FARIA, E.W.; PARKER, D.L.; FARIA, I.E.. **The Science of Cycling Factors Affecting Performance.** Sports Medicine, v.35, n.4, p. 285-337, 2005.
20. FEDERAÇÃO PAULISTA DE CICLISMO. Disponível em: <http://portal.fpciclismo.org.br/>, acesso em: fevereiro de 2010.
21. FOSTER, C.; GREEN, M.A.; SNYDER, A.C.; THOMPSON, N.N. **Physiological responses during simulated competition.** Medicine and Science in Sports and Exercise, v.25, n.7, p.877-882, 1993.
22. FOSTER, C.. **Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome.** Medicine and Science in Sports and Exercise, v.30, n.7, pp.1164-1168, 1998.

23. FOSTER, C.; FLORHAUG, J.A.; FRANKLIN, J.; GOTTSCHALL, L.; HROVATIN, L.A.; PARKER, S.; DOLESHAL, P.; DODGE, C.. **A new approach to monitoring exercise training.** Journal of Strength and Conditioning Research, v.15, n.1, p.109-115, 2001.
24. GARDNER, A. S.; MARTIN, D. T.; GULBIN, J.; DONEY, G.E.; JENKINS, D.G.; HANS, A.G.. **Laboratory and velodrome sprint cycling power in female cyclists following 6 wks of training.** Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 35, n. 5, p.S337, 2003.
25. GARSIDE, I.; DORAN, D.A. **Effects of bicycle frame ergonomics on triathlon 10-km running performance.** Journal of Sports Sciences, v. 18, n. 10, 2000.
26. GARDNER, A. S.; STEPHENS, S.; MARTIN, D. T.; LAWTON, E.; LEE, H.; JENKINS, D.G.. **Accuracy of srm and power tap power monitoring systems for bicycling.** Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 36, n. 7, p. 1252-1258, 2004.
27. GILMAN, M. B.. **The use of heart rate to monitor the intensity of endurance training.** Sports Medicine, v.2, p.73-79, 1996.
28. GNEHM, P.; REICHENBACH, S.; ALTPETER, E.; WIDMER, H.; HOPPELER, H.. **Influence of different racing positions on metabolic cost in elite cyclists.** Medicine and Science in Sports and Exercise, v.29, n.6, p.818-823, 1997.
29. GUIRAUD T.; LEGER, L.; LONG, A.; THEBAULT, N.; TREMBLAY, J.; PASSELERGUE, P.. **VO₂ requirement at different displayed power outputs on five cycle ergometer models-A preliminary study.** British Journal of Sports Medicine, Published Online First: 6 June 2008.

30. HARNISH, C.R.; SWENSEN, T.C.; PATE, R.. **Methods for estimating the maximal lactate steady state in trained cyclists.** *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v.33, n.6, p.1052-1055, 2001.
31. HUE, O.; GALY, O.; LE GALLAIS, D.. **Exercise intensity during repeated days of racing in professional triathletes.** *Applied Physiology Nutrition Metabolism*, v.31, p.250–255, 2006.
32. JACKSON, A.S., POLLOCK, M.L.. **Generalized equations for predicting body density of men. 1978.** *British Journal of Nutrition*, v. 91, n.1, p.161-168, 2004.
33. J.D. COMPONENTS – TRANZ-X. Disponível em: <http://www.jdtranzx.com>, acesso em: agosto de 2009.
34. JURADO, S.; BORIN, J.P. **Avaliação dos efeitos neuromusculares do treinamento de força em atletas de basquetebol.** In. Anais da 4ª mostra Acadêmica da Unimep, Piracicaba, 2006.
35. KARVONEN, J.; VUORIMAA, T.. **Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application.** *Sports Medicine*, v.5, n.5, p.303-312, 1988.
36. KYLE, C. R. **The aerodynamics of helmets and handlebars.** *Cycling Science*. v.1, p.22-25, 1989.
37. LAURSEN, P.B.; RHODES, E.C.; LANGILL, R.H.; MCKENZIE, D.C.; TAUNTON, J.E.. **Relationship of exercise test variables to cycling performance in an Ironman triathlon.** *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, v. 87, p. 433–440, 2002.

38. LUCIA, A.; HOYOS, J.; PEREZ, M.; CHICHARRO, J.L.. **Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study.** *Medicine and Science In Sports and Exercise*, v.33, n.5, p.852-853, 2001.
39. MARSH, A. P.; MARTIN, P. E.. **Effect of cycling experience, aerobic power, and power output on preferred and most economical cycling cadences.** *Medicine and Science and Sports Exercise*, v. 29, n.9, p.1225-1232, 1997.
40. MARSH, A. P.; MARTIN, P. E.; FOLEY, K. O.. **Effect of cadence, cycling experience, and aerobic power on delta efficiency during cycling.** *Medicine and Science and Sports Exercise*, v. 32, n. 9, p. 1630-1634, 2000.
41. MAXWELL, B.F.; WITHERS, R.T.; ILSLEY, A.H.; WAKIN, M.J.; WOODS, G.F., DAY, L.. **Dynamic calibration of mechanically, air- and electromagnetically brakes cycle ergometers.** *European Journal of Applied Physiology*, n.78, p.346-352, 1998.
42. MESSONNIER, L.; FREUND, H.; DENISC.; FÉASSON, L.; R. LACOUN, J.R.. **Effects of training on lactate kinetics parameters and their influence an short hight-intensity exercise performance.** *International Journal of Sports and Medicine*, n.27, p.60-66, 2006.
43. PATON, C.D; HOPKINS, W.G.. **Test of Cycling Performance.** *Sports Medicine*, v.31, n.7, p.489-496, 2001.
44. PEREIRA, M.I.R.; GOMES, P.S.C. **Testes de força e Resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima- revisão e novas evidências.** *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v.9, n.5, p.325-335, 2003.
45. POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T.. **Fisiologia do exercício.** 3ª Edição. São Paulo: Editora Manole, 2000.

46. RACER MATE – COMPUTRAINER. Disponível em: <http://www.racermateinc.com/>, acesso em: agosto 2009.
47. SARIS CYCLING GROUP– CYCLEOPS. Disponível em: <http://www.saris.com/>, acesso em: agosto de 2009.
48. SCHABORT, E. J.; KILLIAN, S. C.; ST CLAIR GIBSON, A.; HAWLEY, J. A. ; NOAKES, T. D.. **Prediction of triathlon race time from laboratory testing in national triathletes.** *Medicine and Science and Sports Exercise*, v. 32, n. 4, p. 844–849, 2000.
49. SIRI, W.E. **Body composition from fluid spaces and density.** In: Brozek J, Henschel A (ed). *Techniques for measuring body composition.* Washington: National Academy of Science, p.223-244, 1961.
50. SWENSEN, T.C.; HARNISH, C.R.; BEITMAN, L.; KELLER, B.A.. **Noninvasive estimation of the maximal lactate steady state in trained cyclists.** *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.31, n.5, p.742-746, 1999.
51. TOO, D. **Biomechanics of cycling and factors affecting performance.** *Sports Medicine*, v. 10, n.5, p.286 - 302, 1990.
52. TOWN, G.P.. **Science of triathlon training and competition.** Illinois: Human Kinetics Books, 1985.
53. VAN HANDEL, P.J.. **Establishing pace, frequency, and duration.** *Conditioning for Cycling*, v. 2, p.12-21, 1992.
54. VERCRUYSSSEN, F., BRISSWALTER, J.; HAUSSWIRTH, C.; BERNARD, T.; BERNARD, O.; VALLIER, J-M.. **Influence of cycling cadence on subsequent running**

performance in triathletes. *Medicine and Science and Sports Exercise*, v. 34, n. 3, p. 530-536, 2002.

55. WHARTON, R.; LUCIA, A.; EARNEST, C. F.. **Applicability of an electronically braked training device versus a laboratory cycling ergometer.** *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.36, n. 5, p. 253-254, 2004.

Anexos

Anexo 01 – Termos de Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.



**FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

CEP, 26/01/10
(Grupo III)

PARECER CEP: Nº 1203/2009 (Este nº deve ser citado nas correspondências referente a este projeto)
CAAE: 0922.0.146.000-09

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: “COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES CICLO SIMULADORES E CICLISMO EM VELÓDROMO: TESTES DE DESEMPENHO MÁXIMO DE 5 QUILOMETROS”

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Alexei Von Zuben

INSTITUIÇÃO: Faculdade de Educação Física/UNICAMP

APRESENTAÇÃO AO CEP: 10/12/2009

II - OBJETIVOS

Os objetivos do projeto são: comparar diferentes locais de treino de ciclismo (indoor e outdoor), possibilitando, com isso, a adequação de treino em relação a duração e intensidade. Dando maior fidedignidade ao treino proposto indiferentemente do local a ser executado. Comparar a relacionar as variáveis fisiológicas (frequência cardíaca e concentração de lactato) e performance durante testes de ciclismo de 5 quilômetros.

III - SUMÁRIO

Serão analisados 15 atletas (tanto ciclistas como triatletas) do sexo masculino, situados na faixa etária entre 20 a 45 anos. Os atletas serão avaliados em três diferentes ciclo simuladores e também em um velódromo oficial. Cada atleta realizara 4 testes, sendo 3 em ciclo simuladores e 1 no velódromo, de forma randomizada e com um intervalo de 48 horas entre cada um deles. As concentrações de lactato sanguíneo serão mensuradas através de coleta de sangue por um pequeno furo no dedo antes e depois de cada teste.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

Protocolo bem estruturado, sem riscos para os participantes. No Termo de Consentimento Livre e Esclarecido é declarado na página 17 que serão realizadas 10 coletas, e na página 18 demonstra 8 coletas, pede-se para harmonizar tais informações.

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 196/96 e suas complementares, manifesta-se por aguardar o atendimento às questões acima para emissão do seu parecer final.

SITUAÇÃO: projeto com pendências

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13083-887 Campinas – SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

- ✓ *** As pendências deverão ser respondidas preferencialmente no prazo de 10 dias, a partir da data de envio pelo CEP/FCM.**
- ✓ **A resposta deve ser encaminhada pelo Protocolo da FCM em envelope fechado e acompanhado por fora do Formulário de Encaminhamento de Outros Documentos, disponível no *site* do CEP.**
- ✓ **Projetos de Grupo II e III deverão vir em 01 via e de Grupo I em 02 vias.**

* Quando após **60 dias** de ter recebido um parecer pendente, o pesquisador não se manifestar quanto aos quesitos apresentados pelo CEP em seu parecer o projeto será considerado retirado e posteriormente havendo interesse, deverá ser apresentado novo protocolo e reiniciado o processo de registro (Res. CNS 196/96).

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

VI - DATA DA REUNIÃO

I Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 19 de janeiro de 2010.

Prof. Dr. Carlos Eduardo Steiner
PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM/UNICAMP

Anexo 02 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido entregue aos atletas para sua participação voluntária no estudo.



**Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Faculdade de Educação Física (FEF)
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu
Área de Ciências do Desporto**



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto: "COMPARAR DIFERENTES CICLOSIMULADORES E CICLISMO EM VELÓDROMO: TESTES DE DESEMPENHO MÁXIMO DE 5 QUILÓMETROS".

Dados do Sujeito doador voluntário:

Nome: _____

RG: _____ Idade: _____

Telefone p/ Contato: (____) _____ - _____

Endereço: _____

Bairro: _____ CEP: _____ Cidade: _____

Email: _____

Objetivos/Justificativa:

Atualmente, cada vez mais, novos equipamentos de ciclismo vêm sendo desenvolvidos com o intuito de auxiliar e maximizar os efeitos dos treinamentos. Entretanto, a relação entre os diferentes tipos de equipamentos e os treinos específicos da modalidade não estão identificados e expostos publicamente no meio científico.

O objetivo do projeto é comparar diferentes "locais" de treino de ciclismo (*indoor* e *outdoor*) possibilitando, com isso, a adequação de treino em relação à duração e intensidade. Dando maior fidedignidade ao treino proposto indiferentemente do local a ser executado.

Esclarecimento

É de meu conhecimento que este projeto será desenvolvido em caráter de pesquisa científica e objetiva comparar o desempenho e o desgaste físico de atletas nos testes de desempenho máximo no velódromo e em quatro diferentes tipos de rolos (ciclo-simulador de treino *indoor*).

Serão observados indicadores bioquímicos e fisiológicos a fim de obter dados suficientes para uma comparação fiel dos desempenhos obtidos, por isso comprometo-me a ser assíduo durante todos os testes aplicados para obter os resultados mais exatos possíveis.

Serão realizadas 8 coletas de 0,025 ml de sangue cada, para análise da concentração de lactato, pré e pós-teste de cinco quilômetros.

Estou ciente ainda, de que, as informações obtidas durante as avaliações serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas, sem a minha devida autorização. As informações assim obtidas, no entanto, poderão ser usadas para fins de pesquisa científica, desde que a minha privacidade seja sempre resguardada.

Comprometo-me, na medida das minhas possibilidades, prosseguir com as avaliações até a sua finalização, visando colaborar para um bom desempenho do trabalho científico dos responsáveis por este projeto.

Procedimentos:

Coleta de sangue para Lactato: A coleta será feita nas dependências do Velódromo Municipal de Americana (SP), bem como no Laboratório de Atividades Aquáticas – Labaqua, na Faculdade de Educação Física / Unicamp num local isolado e preparado, com todos os cuidados de assepsia necessários e por profissional capacitado e habilitado, o que torna os riscos da coleta de sangue praticamente nulos.

Para o lactato será coletado 25 μ L de sangue através de capilares por um pequeno furo no dedo.

Esse procedimento dificilmente acarreta eventuais desconfortos para os doadores voluntários, exceto o desconforto do pequeno furo no dedo.

- ✓ Não há métodos alternativos para a realização dessas análises.
- ✓ Em dois meses serão feitas quatro avaliações com 8 coletas de sangue por atleta.

Exames Laboratoriais: Concentrações sanguíneas de lactato.

Questionário de quantificação de esforço: Antes e após os testes os sujeitos serão questionados sobre sua percepção de cansaço no momento através da Escala de Cansaço de

Borg com a seguinte pergunta: “*Neste momento, qual é o seu estado de cansaço de acordo com a tabela?*”

Vantagens para os sujeitos voluntários da pesquisa: Poder ter um planejamento mais individualizado das cargas de esforço físico e duração utilizadas em treinos de ciclismo *indoor* (rolo ciclo simulador) e *outdoor* (rua, velódromo, estradas, etc), trazendo benefícios imediatos aos sujeitos voluntários da pesquisa.

Possíveis transtornos para os sujeitos voluntários da pesquisa: Desconforto mínimo com furo no dedo.

Garante-se ao doador voluntário:

- ✓ Resposta a qualquer pergunta, esclarecimento de qualquer dúvida em relação a metodologia e acesso aos resultados antes e durante a pesquisa. Isso poderá ser feito pessoalmente (Departamento de Ciências do Esporte / FEF / Unicamp), por telefone: 3521-6620 ou 35216621, ou por email: avzmino@hotmail.com. O acompanhamento e assistência as sujeitos doadores voluntários são responsabilidades do Prof. Dr. Orival Andries Júnior, orientador do projeto.
- ✓ O caráter confidencial das informações obtidas, assegurando-lhe sigilo, manutenção de sua privacidade e compromisso de que sua identidade não será revelada nas publicações do trabalho.
- ✓ Liberdade para deixar de participar da pesquisa ou cancelar esse termo de consentimento em qualquer momento, sem penalização alguma e sem prejuízo de suas funções.

ATENÇÃO:

- ✓ *A sua participação em qualquer tipo de pesquisa é voluntária. Em caso de de dúvida quanto aos seus direitros, escreva para o Comitê de Ética em Pesquisa da FCM-UNICAMP, CP 6111- Rua Tessália Oliveira de Camargo, 126 – Cidade Universitária Zeferino Vaz – CEP: 13.083-887 – Campinas –SP. Fone: (19) 3521-7187.*

- ✓ Não está previsto ressarcimento das despesas decorrentes da participação na pesquisa, nem indenização diante de eventuais danos, pois os riscos envolvidos nessa pesquisa são praticamente inexistentes.
- ✓ O doador voluntário ficará com uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Li e entendi as informações precedentes, sendo que os riscos e benefícios já foram discutidos e que as dúvidas futuras que poderão ocorrer serão prontamente esclarecidas, bem como o acompanhamento dos resultados obtidos durante a coleta de dados.

Ciente exposto do acima, concordo em participar do estudo proposto.

Campinas, _____ de _____ de 2010.

Alexei Von Zuben

Pesquisador Responsável

Pesquisador Responsável

Prof. Alexei Von Zuben

Faculdade de Educação Física –
UNICAMP

Av. Prof. Érico Veríssimo, nº 701

CEP: 13083-851

Fone: (19) 3521-6603

avzmino@hotmail.com

(Assinatura do Atleta)

Professor Orientador

Prof. Dr. Orival Andries Junior

Faculdade de Educação Física –
UNICAMP

Av. Prof. Érico Veríssimo, nº 701

CEP: 13083-851

Fone: (19) 3521-6603

orivaljr@fef.unicamp.br

Tabela 01. Valores individuais, média \pm desvio padrão (DP), do tempo em segundos dos 5km nas 4 condições analisadas.

	Velódromo	Computrainer	CycleOps	Tranz-X
1	459,39	491,50	527,15	477,06
2	501,53	518,29	539,71	463,97
3	483,72	477,89	533,53	461,05
4	512,04	526,33	558,62	500,45
5	510,54	474,75	559,27	515,23
6	477,26	517,87	551,89	462,25
7	513,71	537,26	526,59	511,96
8	465,81	461,25	488,79	487,84
Média	490,50	500,64	535,69*	484,98
DP	20,39	26,06	21,57	20,87

* Significativamente maior ($p < 0,05$) em relação ao entre Velódromo, Computrainer e Tranz-X.

Tabela 02. Valores individuais, média \pm desvio padrão (DP), da concentração de lactato pré teste dos 5km nas 4 condições analisadas.

	Velódromo	Computrainer	CycleOps	Tranz-X
1	2,9	3,1	1,5	5,0
2	3,3	4,4	2,9	1,8
3	5,2	5,5	4,7	2,6
4	3,3	2,8	3,2	1,7
5	1,8	2,9	2,6	3,3
6	4,1	2,9	3,8	4,5
7	3,8	3,3	3,5	2,3
8	2,3	3,2	2,4	2,7
Média	3,3	3,5	3,1	3,0
DP	0,99	0,89	0,91	1,13

$p < 0,05$

Tabela 03. Valores individuais, média \pm desvio padrão (DP), da concentração de lactato pós teste dos 5km nas 4 condições analisadas.

	Velódromo	Computrainer	CycleOps	Tranz-X
1	10,5	12,5	13,7	10,8
2	7,9	11,7	12,1	12,4
3	14,1	9,8	11,3	11,3
4	9,9	10,6	9,7	10,7
5	5,7	10,7	9,7	8,9
6	13,7	8,2	14,2	17,4
7	10,4	11,8	13,4	8,5
8	10,7	14,9	13,8	16,7
Média	10,4	11,3	12,2	12,1
DP	2,58	1,85	1,72	3,10

$p < 0,05$

Tabela 04. Valores individuais, média \pm desvio padrão (DP), da frequência cardíaca dos 5km nas 4 condições analisadas.

	Velódromo	Computrainer	CycleOps	Tranz-X
1	186	192	180	162
2	167	178	176	178
3	177	163	160	149
4	180	164	159	171
5	154	159	160	152
6	167	165	164	169
7	154	175	180	177
8	168	168	176	156
Média	169	171	169	164
DP	10,80	10,04	8,85	10,46

$p < 0,05$

Tabela 05. Valores individuais e medianas da escala subjetiva de esforço dos testes de 5km nas 4 condições analisadas.

	Velódromo	Computrainer	CycleOps	Tranz-X
1	19	18	17	17
2	18	19	19	17
3	18	19	18	17
4	18	19	19	18
5	17	18	19	18
6	18	19	18	17
7	17	18	17	17
8	19	19	18	18
Mediana	18	19	18	17