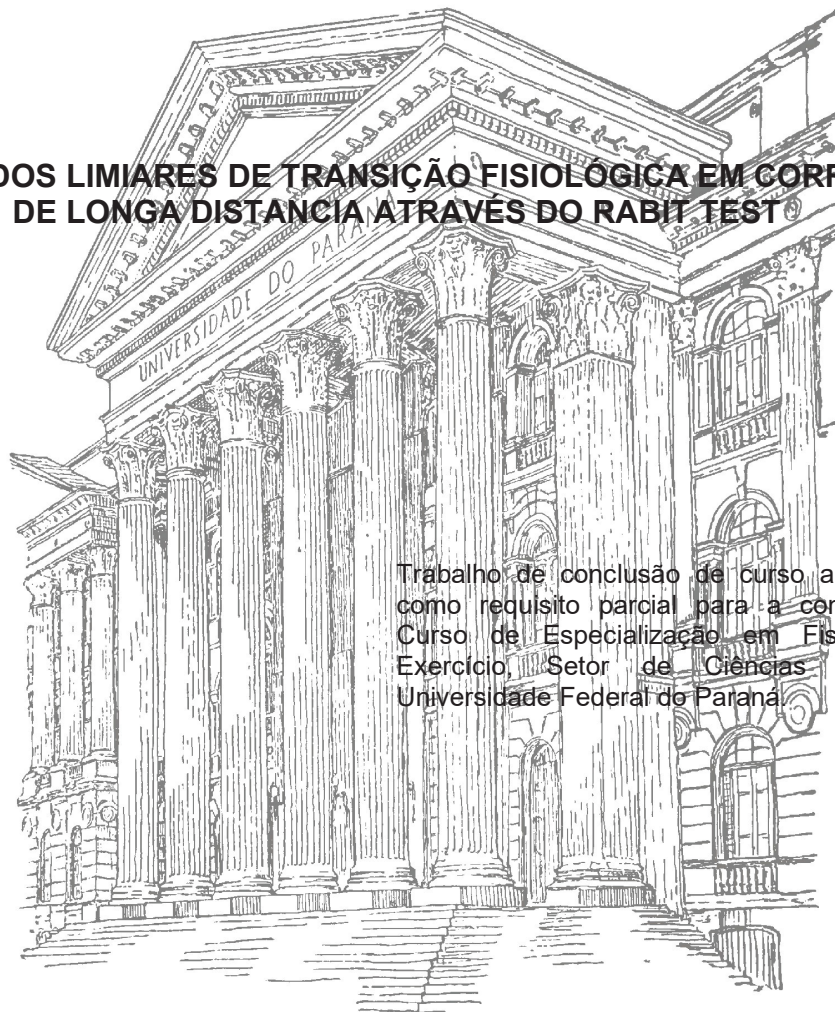


**FABIO BRONZE MOREIRA**

**PREDIÇÃO DOS LIMIARES DE TRANSIÇÃO FISIOLÓGICA EM CORREDORES  
DE LONGA DISTANCIA ATRAVÉS DO RABIT TEST**



Trabalho de conclusão de curso apresentado  
como requisito parcial para a conclusão do  
Curso de Especialização em Fisiologia do  
Exercício, Setor de Ciências Biológicas,  
Universidade Federal do Paraná.

**CURITIBA  
2020**

**FABIO BRONZE MOREIRA**

**PREDIÇÃO DOS LIMIARES DE TRANSIÇÃO FISIOLÓGICA EM CORREDORES  
DE LONGA DISTANCIA ATRAVÉS DO RABIT TEST**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para a conclusão do Curso de Especialização em Fisiologia do Exercício, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

**Orientador:** Prof. Dr. Raul Osiecki

**CURITIBA  
2020**

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi identificar os limiares de transição fisiológica em corredores de longa distância, utilizando o Running Advisor Billat Training (RABIT TEST), e comparar as intensidades (frequência cardíaca, velocidade e percentual da frequência cardíaca máxima), no limiar aeróbico, anaeróbico e parâmetros máximos entre homens e mulheres. Participaram do estudo 29 corredores recreacionais de longa distância, sendo 19 do sexo masculino com valores médios de idade de  $40,78 \pm 8,68$  anos, estatura  $177 \pm 6$  cm, peso  $81,57 \pm 9,34$  kg, IMC  $25,83 \pm 2,5$  kg/m<sup>2</sup> e tempo de treino  $7,11 \pm 6,41$  anos e 10 corredoras do sexo feminino, com valores médios de idade de  $38,10 \pm 6,01$  anos, estatura  $165 \pm 7$  cm, peso  $60,70 \pm 8,21$  kg, IMC  $22,17 \pm 2,52$  kg/m<sup>2</sup> e tempo de treino  $6,60 \pm 3,78$  anos. Para estimar os limiares de transição fisiológica os padrões considerados ouro seriam através da concentração de lactato sanguíneo e o limiar ventilatório. O protocolo de teste utilizado foi o RABIT TEST, considerado de simples aplicação. Neste protocolo os atletas devem executar 4 etapas de corrida com ritmo auto selecionável: (1) 10 minutos em ritmo de aquecimento, (2) 5 minutos em ritmo moderado (equivalente a uma PSE 13), (3) 3 minutos em ritmo acelerado (equivalente a uma PSE 15) e (4) 10 minutos em ritmo fácil (equivalente a uma PSE 11), divididos por 1 minuto de recuperação passiva. A normalidade dos dados foi analisada através do teste Shapiro-Wilk. Considerando os dados normais, para comparar as intensidades entre homens e mulheres no limiar aeróbico, anaeróbico e parâmetros máximos, foi utilizado o teste “t” de Student independente para comparar as variáveis velocidade (Vel), frequência cardíaca (FC) e percentual da frequência cardíaca máxima (%FCmax). Para o grupo masculino, o limiar aeróbico foi identificado a uma velocidade de  $10,84 \pm 1,50$  km/h e FC de  $152,26 \pm 12,55$  bpm, sendo  $85,11 \pm 7,72\%$  da FCmax. Para o grupo feminino, o limiar aeróbico foi identificado a uma velocidade de  $11,12 \pm 1,02$  km/h e FC de  $163,00 \pm 6,49$  bpm, sendo  $89,67 \pm 3,92\%$  da FCmax, sem diferenças estatisticamente significativas para esses parâmetros entre os grupos. O limiar anaeróbico, para o grupo masculino, foi identificado a uma velocidade de  $12,66 \pm 1,64$  km/hr e FC de  $155,05 \pm 12,58$  bpm, sendo  $86,70 \pm 8,11\%$  da FC máxima. Para o grupo feminino, o limiar anaeróbico foi identificado a uma velocidade de  $12,71 \pm 1,13$ km/hr e FC de  $158,90 \pm 13,51$  bpm, sendo  $87,37 \pm 7,13\%$  da FCmax, também sem diferenças estatisticamente significativas para esses parâmetros entre os grupos. Desta forma foram identificados os limiares de transição fisiológica em corredores recreacionais de longa distância através de um teste de fácil aplicação, que apesar de estar validado, é preciso ser utilizado em um número maior de sujeitos e comparado a métodos diretos como lactato e limiar ventilatório para comprovar sua efetividade, fornecendo os parâmetros de Vel, FC e %FCmax, que relacionados às zonas de treinamento podem ser usados para a prescrição do treinamento e previsão da performance, de forma individual ou em grupo. Além disso, ao comparar as intensidades entre homens e mulheres, não foi encontrado diferenças significativas dentro da amostra pesquisada.

**Palavras-chave:** limiares de transição fisiológica; atletas de corrida; *endurance*.

## ABSTRACT

The aim of this study was to identify the thresholds of physiological transition in recreational long distance runners using the Running Advisor Billat Training (RABIT TEST), and to compare the intensities (heart rate, speed and percentage of maximum heart rate), at aerobic threshold, anaerobic threshold and maximum parameters between men and women. Twenty-nine long distance recreational runners participated in the study, 19 of whom were male with average age values of  $40.78 \pm 8.68$  years, height  $177 \pm 6$  centimeters, weight  $81.57 \pm 9,34$  kg, BMI  $25.83 \pm 2.5$  kg / m<sup>2</sup> and training time  $7.11 \pm 6.41$  years, and 10 females, with mean age values of  $38.10 \pm 6.01$  years, height  $165 \pm 7$  centimeters, weight  $60.7 \pm 8,21$  kg, BMI  $22.17 \pm 2.52$  kg / m<sup>2</sup> and training time  $6.60 \pm 3.78$  years. To estimate the thresholds of physiological transition, the standards considered gold would be through the concentration of blood lactate and ventilatory threshold. The test protocol used was the RABIT TEST, considered to be simple to apply. In this protocol, athletes must perform 4 stages of execution with a self-paced rhythm: (1) 10 minutes at warm-up pace, (2) 5 minutes at moderate pace (equivalent to a PSE 13), (3) 3 minutes at hard pace ( equivalent to a PSE 15) and (4) 10 minutes at an easy pace (equivalent to a PSE 11), divided by 1 minute of passive recovery. The normality of the data was analyzed using the Shapiro-Wilk test. Considering normal data, to compare the intensities between men and women at the aerobic threshold, anaerobic threshold and maximum parameters, the independent Student "t" test was used to compare the variables speed and heart rate (HR) and percentual of maximal HR (%HRmax). For the male group, the aerobic threshold was identified at a speed of  $10.84 \pm 1.50$  km / h and the HR of  $152.26 \pm 12.55$  bpm, with  $85.11 \pm 7.72\%$  of the maximum HR. For the female group, the aerobic threshold was identified at a speed of  $11.12 \pm 1.02$  km / h and HR of  $163.00 \pm 6.49$  bpm, with  $89.67 \pm 3.92\%$  of the maximum HR, without significant statistical differences for these parameters between groups. The anaerobic threshold, for the male group, was identified at a speed of  $12.66 \pm 1.64$  km / h and HR of  $155.05 \pm 12.58$  bpm, with  $86.70 \pm 8.11\%$  of the maximum. For the female group, the anaerobic threshold was identified at a speed of  $12.71 \pm 1.13$  km / h and the HR of  $158.90 \pm 13.51$  bpm, with  $87.37 \pm 7.13\%$  of the maximum, also without statistical differences reasonable for these parameters between groups. In this way, the thresholds of physiological transition in long distance recreational runners were identified through an easy-to-apply test, which, despite being validated, must be used in a larger number of subjects and compared to direct methods such as lactate and ventilatory threshold for prove its effectiveness, providing the parameters of speed, HR and %HRmax, which, related to the training zones, can be used for training prescription and performance prediction, individually or in groups. In addition, when comparing the intensities between men and women, no significant differences were found within the surveyed sample.

**Keywords:** physiological transition thresholds; runners; endurance.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 01 – Características antropométricas da amostra

Tabela 02 – Parâmetros de velocidade obtidos durante o RABIT TEST

Tabela 03 – Parâmetros de frequência cardíaca obtidos durante o RABIT TEST

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – escala de percepção de esforço de Borg 6-20

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	12
2.1 Objetivo Geral.....	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
3.1 Delineamento da pesquisa.....	13
3.2 População e Amostra.....	13
3.3 Instrumentos e Procedimentos.....	13
3.3.1 Desenho do Estudo.....	13
3.3.2 Avaliação Antropométrica.....	13
3.3.3 Percepção Subjetiva de Esforço.....	14
3.3.4 RABIT TEST.....	15
3.3.5 Coleta dos Dados e Frequência Cardíaca.....	15
3.3.6 Percentual da Frequência Cardíaca Máxima.....	15
3.4 Tratamento dos Dados e Estatística.....	16
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	17
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	24
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	25

## 1 INTRODUÇÃO

Por volta de 1970, aconteceu o “*jogging boom*” baseado na teoria do médico norte americano Kenneth Cooper, criador do “Teste de Cooper”, que prega a prática da corrida. A modalidade então, cresceu de forma extraordinária (SALGADO et al., 2006). Boullosa et al., (2020), afirmam que o sucesso da corrida deve ser atribuído a sua simplicidade e acessibilidade enquanto favorece a melhora da saúde, e as interações sociais e experiências prazerosas que atingem a maioria dos praticantes, independentemente do nível de experiência ou idade. Salgado et al. (2006), já citava que naquela época, as corridas, especificamente as corridas de rua, praças e parques, apresentavam um rápido crescimento do número de provas e praticantes, e isso se mostra verdadeiro até os dias de hoje. Os autores Dyck et al., (2107) apresentaram alguns dados confirmando que, além do crescimento, há maior democratização entre os participantes dos eventos de corrida, onde não foram encontradas diferenças na participação entre gênero, idade e nível educacional em seu estudo.

Boullosa et al., (2020), definem esses “novos atletas” como sendo corredores recreacionais, e inclui nessa categoria qualquer corredor que treine e compita regularmente como forma de lazer, independentemente do nível de desempenho (de iniciantes a atletas bem treinados) e de seus objetivos (diversão, saúde, competição). Entretanto, ao contrário dos atletas profissionais, os corredores recreacionais não tem a corrida como sua prioridade principal, tendo seus horários de treinos limitados, geralmente adaptados de outros compromissos e deveres do dia a dia.

Portanto programas de treinamentos mais assertivos, com controle das cargas, se tornam essenciais para a evolução do desempenho esportivo e os limiares de transição fisiológica (LTF) podem contribuir efetivamente no controle da intensidade do exercício, delineando zonas de intensidade para o treinamento de endurance, geralmente através de frequência cardíaca alvo e velocidade de corrida (MEYER et al., 2005).

De acordo com Costa et al. (2017), os LTF compreendem o momento em que existe um desequilíbrio entre o uso de energia e a remoção dos metabólitos (lactato) resultantes da atividade dos músculos durante o exercício. LTF têm sido amplamente investigados na área da fisiologia do exercício.

Ao analisar a resposta do lactato é possível determinar duas intensidades de exercício. O primeiro limiar é identificado onde a concentração de lactato sanguíneo

sofre a primeira alteração se elevando acima dos valores de repouso, chamado de limiar aeróbico. O segundo limiar representa a mais alta e constante intensidade de exercício que pode ser mantida por um longo período de tempo sem o aumento contínuo das concentrações de lactato, e apresenta uma grande relação com a performance competitiva em eventos de *endurance*. Também conhecido como limiar anaeróbico porque representa uma intensidade que pode ser mantida sem considerável contribuição do metabolismo anaeróbico (MEYER et al. 2005; FRAUDE et al. 2009; SVEDAL e MACINTOSH, 2003; KINDERMANN et al., 1979).

A detecção dos limiares de transição fisiológica podem ser utilizados com sucesso para o controle do treinamento, tornando possível a determinação das intensidades das cargas aplicadas no exercício, assim como a predição da performance (KINDERMANN et al., 1979; SJÖDIN e JACOBS, 1981; MADER et al., 1976 citado por HECK et al., 1985; HECK et al., 1985; BRANDON, 1995; DENADAI et al., 2004).

Programas de treinamento teriam muita validade para prescrever e monitorar a intensidade de treinos e competições ao relacionar parâmetros práticos com os limiares de transição fisiológica, como velocidade (Vel), (COEN et al., 1991) frequência cardíaca (FC), e o percentual da frequência cardíaca máxima (%FCmáx) representando a intensidade relativa do exercício, (KINDERMANN et al., 1979; DENADAI et al. 2005), e a percepção subjetiva de esforço (PSE), (CECI E HASSMÉN, 1991), que já são amplamente utilizados no treinamento.

Nos dias de hoje é amplamente aceito que a mensuração da concentração de lactato sanguíneo durante exercícios incrementais é o padrão ouro (RALEIGH et al., 2018). Para isso, amostras de sangue são obtidas a cada taxa de trabalho em exercícios incrementais, e após análise química, em relação ao lactato e sua concentração em cada estágio de esforço, é lançado em um gráfico com o consumo de oxigênio no momento da remoção da amostra. O ponto depois do qual ocorre elevação sistemática e contínua da concentração sanguínea de lactato é determinado limiar anaeróbico (POWERS e HOWLEY, 2014).

Um método indireto de estimar o limiar anaeróbico, chamado de limiar ventilatório (LV), utiliza a análise das medidas ventilatórias contínuas com um calorímetro (KRAEMER et al. 2016). Powers e Howley (2014), apontam que por ser um método não invasivo, o LV tem a simpatia dos pesquisadores e dos indivíduos submetidos ao teste. O raciocínio para o uso do LV como marcador do limiar anaeróbico está ligado

à suposição de que o aumento na concentração sanguínea de lactato até seu limiar estimula a ventilação pela influência dos íons de hidrogênio nos corpos carotídeos.

Contudo, existe uma grande dificuldade para a determinação do lactato sanguíneo no cotidiano esportivo através desses métodos, em decorrência de diversos fatores (ex. alto custo financeiro, procedimentos invasivos, etc.).

Conforme cita Giovanelli et al. (2019), alguns testes simples e de baixo custo se espalharam na última década, dois dos testes mais conhecidos são o Teste de Cooper e o Teste de Conconi (COOPER, 1968; CONCONI et al. 1982). O mesmo autor propõe um novo teste de campo, denominado RABIT TEST (*Running Advisor Billat Training*), que apresenta informações sobre os parâmetros velocidade e FC, relacionados às zonas de intensidade. Este teste se mostra de extrema simplicidade de aplicação para estimar os limiares aeróbico e anaeróbico, e os parâmetros máximos, tendo assim, três intensidades para planejar e prescrever o treinamento, proporcionando ao âmbito prático a treinadores e fisiologistas um método de baixo custo e fácil aplicação em atletas recreacionais.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Identificar os limares de transição fisiológica em corredores recreacionais de longa distância através do RABIT TEST.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar os limares de transição fisiológica por meio do RABIT TEST em corredores recreacionais de longa distância do sexo masculino;
- Identificar os limares de transição fisiológica por meio do RABIT TEST em corredores recreacionais de longa distância do sexo feminino;
- Comparar as intensidades (frequência cardíaca, velocidade e percentual da frequência cardíaca máxima) entre corredores recreacionais de longa distância do sexo masculino e feminino, no limiar aeróbico e anaeróbico obtido através do RABIT TEST.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Delineamento da Pesquisa**

Trata-se de uma pesquisa de campo, descritiva, de natureza aplicada com o objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos, (PRODANOV e FREITAS, 2013).

#### **3.2 População e Amostra**

A seleção da amostra foi feita de forma não probabilística, sendo assim por conveniência. Os pesquisadores deste estudo entraram em contato com treinadores de assessorias esportivas de Curitiba, no Paraná, para divulgar o projeto e solicitar voluntários interessados, dentro dos critérios de inclusão e exclusão, em participar do mesmo.

Os critérios de inclusão foram: (1) atletas recreacionais; (2) ambos os sexos; os participantes deveriam: (3) estar ativos, independentemente do nível do treinamento; (4) não apresentar nenhum tipo de enfermidade ou lesão;

Como critérios de exclusão foram adotados: (1) atletas que não conseguissem completar o protocolo do teste; (2) erros de medição da FC; (3) atletas que desistissem durante a avaliação.

Participaram do estudo 29 indivíduos, dentre os quais, 10 atletas do sexo feminino e 19 do sexo masculino.

#### **3.3 Instrumentos e Procedimentos**

##### **3.3.1 Desenho do estudo**

O estudo aconteceu em dois momentos. No primeiro momento foi enviado via e-mail uma anamnese para obter os dados de cada atleta e a explicação referente a escala de PSE. Os atletas tiveram cerca de duas semanas para se familiarizar com a escala, realizando seus treinos com base na PSE. No segundo momento, após duas semanas, foi realizado uma avaliação antropométrica, seguida de breve orientação referente ao protocolo do teste e na sequência a sua aplicação.

##### **3.3.2 Avaliação Antropométrica**

O peso foi obtido antes da execução do teste por meio de uma balança digital (Newfeel, modelo scale 100) e a estatura através de um estadiometro da marca Sanny

(ES 2040). Esses dados foram inseridos em um arquivo de *Excel* (versão 16.35), onde foi calculado o IMC através da fórmula:

$$\text{IMC} = \frac{\text{Peso}}{(\text{Estatura})^2}$$

### 3.3.3 Percepção Subjetiva de Esforço

A PSE foi mensurada por meio da escala de Borg 6-20. Os participantes foram apresentados à escala com duas semanas de antecedência à aplicação do teste, no primeiro momento da pesquisa. Então seus treinamentos foram prescritos através da percepção subjetiva de esforço para o controle da intensidade - para sua familiarização - utilizando a escala de Borg 6-20 (CABRAL et al., 2020).

O protocolo do teste consiste em realizar quatro etapas de corrida, com velocidade auto selecionável, e a orientação passada pelo operador consiste em regular a velocidade de cada etapa se baseando pela escala de esforço de Borg 6-20, onde a primeira etapa deve ser realizada em ritmo de aquecimento, a segunda etapa em ritmo médio com PSE igual a 13, a terceira etapa em ritmo forte e PSE igual a 15 e na quarta e última etapa em ritmo leve com PSE igual a 11.

<b>Escala de Esforço Percebido de Borg</b>	
6	Nenhum esforço
7	Extremamente leve
8	
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco difícil
14	
15	Difícil (pesado)
16	
17	Muito difícil
18	
19	Extremamente difícil
20	Esforço Máximo
<i>Escala de Borg para esforço percebido</i>	

Figura 01 – escala de percepção de esforço de Borg 6-20 adaptada (CABRAL et al., 2020).

### 3.3.4 RABIT TEST

Foi aplicado o RABIT TEST (GIOVANELLI et al, 2019), desenvolvido pelo “*Institut Billat Training*” (Paris, França), que consiste em realizar 4 etapas de corrida com *pace* auto selecionável, seguindo as orientações abaixo:

1. 10 minutos de corrida em ritmo de aquecimento;
2. 5 minutos de corrida em ritmo médio, atingindo a percepção subjetiva de esforço de 13 na escala de Borg, que vai de 6 a 20. (nesta etapa os valores encontrados serão considerados como limiar anaeróbio);
3. 3 minutos de corrida em ritmo forte, atingindo a percepção subjetiva de esforço de 15 na escala de Borg, que vai de 6 a 20. (nesta etapa os valores encontrados serão considerados como parâmetros máximos);
4. 10 minutos de corrida em ritmo leve, atingindo a percepção subjetiva de esforço de 11 na escala de Borg, que vai de 6 a 20. (nesta etapa os valores encontrados serão considerados como limiar aeróbio).

Entre cada etapa, os atletas se recuperavam 1 minuto em pé. Os atletas utilizaram um dispositivo com GPS e monitor de frequência cardíaca para coletar os dados. Então, foi calculada a média dos dados do último minuto de cada etapa e relacionada a etapa 4 (ritmo fácil) com o limiar aeróbico, a etapa 2 (ritmo médio) com o limiar anaeróbico e a etapa 3 (ritmo forte) com os valores máximos.

### 3.3.5 Aquisição de Dados de Controle Externo e Interno

Os resultados de cada etapa foram coletados através de GPS de pulso e seus respectivos cardiofrequencímetros (*Garmin*, modelos *forerunner* 935 e 920), de propriedade de cada indivíduo participante da pesquisa. Os dados coletados pelo dispositivo durante o teste foram exportados para a plataforma própria da *Garmin* e, após a verificação da média de velocidade e FC do último minuto de cada etapa do teste aplicado, esses dados foram transmitidos para um arquivo de *Excel* (versão 16.35), para análise estatística.

### 3.3.6 Intensidade Relativa do Exercício

Para se estimar a intensidade relativa da corrida, utilizou-se o cálculo através do percentual da frequência cardíaca máxima, obtida de forma indireta através da fórmula  $(220 - \text{idade})$ . A partir da estimativa da  $FC_{\text{máx}}$ , foi calculado o percentual da FC para cada intensidade, individualmente.

#### 3.4 Tratamento dos dados e Estatística

As variáveis foram expressas em média  $\pm$  desvio padrão. A normalidade dos dados foi analisada através do teste Shapiro-Wilk. Considerando os dados normais, para comparar as intensidades entre homens e mulheres no limiar aeróbico (etapa 4) e anaeróbico (etapa 2) e parâmetros máximo (etapa 3) foi utilizado o teste “t” de Student independente para comparar as variáveis velocidade, frequência cardíaca e % da FC entre o grupo masculino e feminino.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características antropométricas e o tempo de treinamento da amostra estão representados na tabela 01, pela média e desvio padrão, para os grupos feminino e masculino, e o total da amostra. Não houveram diferenças significativas, ao comparar homens e mulheres, em relação a idade e anos de prática. Ao comparar peso, estatura e IMC, houveram diferenças significativas entre o grupo masculino e feminino.

Tabela 01 – Características antropométricas da amostra (n=29)

	Masculino	Feminino	p	Todos
<b>Idade (anos)</b>	40,78 ± 8,68	38,10 ± 6,01	0,3900	39,86 ± 7,85
<b>Peso (Kg)</b>	81,57 ± 9,34	60,70 ± 8,21	<b>0,0053</b>	74,37 ± 13,4
<b>Estatura (cm)</b>	177,00 ± 6,00	165,00 ± 7,00	<b>0,0065</b>	173,00 ± 9,00
<b>IMC (kg / m<sup>2</sup>)</b>	25,83 ± 2,50	22,17 ± 2,52	<b>0,0028</b>	24,57 ± 2,52
<b>Anos de prática</b>	7,11 ± 6,41	6,60 ± 3,78	0,8100	6,93 ± 5,57

Os parâmetros obtidos durante o RABIT TEST e o percentual da FC máxima calculado, estão apresentados na tabela 02, em média e desvio padrão, para a população total da amostra e separado por sexo, incluindo o valor de “p”, demonstrando que não houve diferença significativa quando comparamos as intensidades entre homens e mulheres.

Tabela 02 – Parâmetros obtidos no RABIT TEST:

		Masculino	Feminino	p	Masculino e feminino
<b>Limiar aeróbico (etapa 4)</b>	Vel (km/h)	10,84 ± 1,50	11,12 ± 1,02	0,17	10,94 ± 1,35
	FC (bpm)	152,26 ± 12,55	158,90 ± 13,52	0,45	154,55 ± 13,05
	%FCmax	85,11 ± 7,72	87,37 ± 7,13	0,44	85,89 ± 7,47
<b>Limiar anaeróbico (etapa 2)</b>	Vel (km/h)	12,66 ± 1,64	12,71 ± 1,13	0,15	12,68 ± 1,46
	FC (bpm)	155,05 ± 12,58	163,00 ± 6,50	0,07	156,38 ± 12,41
	%FCmax	86,70 ± 8,11	89,67 ± 3,92	0,28	87,72 ± 7,02
<b>Parâmetros máximos (etapa 3)</b>	Vel (km/h)	14,43 ± 1,92	14,18 ± 1,30	0,29	14,34 ± 1,72
	FC (bpm)	162,73 ± 11,79	165,00 ± 13,70	0,42	163,52 ± 12,29
	%FCmax	90,96 ± 7,40	90,73 ± 7,19	0,72	90,88 ± 7,20

Legenda: Vel- Velocidade; FC- Frequência cardíaca; %FCmax – percentual da frequência cardíaca máxima

De acordo com os dados obtidos no RABIT TEST, foram identificados os limiares de transição fisiológica. Meyer et al., (2005), aponta que esses parâmetros podem ser prescritos através de zonas de frequência cardíaca e velocidade de corrida e podem ser usados para delinear as zonas de intensidade no treinamento de *endurance*.

Ao comparar os dados entre os grupos masculino e feminino, apresentados no presente estudo considerando a amostra composta por corredores recreacionais, não houve diferença significativa estatisticamente entre os grupos.

Giovanelli et al., (2019), em seu estudo, compararam os dados obtidos através do protocolo de um RABIT TEST com os dados obtidos através do protocolo de um teste incremental. Ao compararmos os valores de FC e Vel deste estudo, obtidos através do RABIT TEST, com os dados obtidos por Giovanelli et al., (2019), utilizando o mesmo protocolo, eles se mostraram inferiores, tanto ao comparar com a amostra total do nosso estudo, quando comparando somente a amostra masculina (tabela 02). E isso se mostra verdadeiro para grande parte dos estudos encontrados, uma vez que na amostra pesquisada neste estudo os atletas são considerados recreacionais. A pesquisa de Giovanelli et al. (2019) teve a participação de 15 corredores treinados ( $37,9 \pm 10,9$  anos;  $178 \pm 0,05$  cm;  $67,0 \pm 9,1$  kg). Os valores apresentados, obtidos através do RABIT TEST, referente ao limiar aeróbico foram de  $161,2 \pm 16$  bpm e  $14,0 \pm 1,3$  km/h. Em relação ao limiar anaeróbico,  $166,5 \pm 15,6$  bpm e  $15,8 \pm 1,8$  km/h. Os parâmetros máximos obtidos foram  $173,8 \pm 14,3$  bpm e  $17,5 \pm 1,9$  km/h.

Segundo Fraude et al., (2009), o limiar aeróbico pode ser adequado para aprimorar o condicionamento cardiorrespiratório em atletas recreacionais, para a reabilitação em pacientes, ou para sessões regenerativas de baixa intensidade em atletas de *endurance* de alto nível. Ela marca o limite superior do metabolismo quase que exclusivamente aeróbico e permite se manter em exercício por horas dentro dessa intensidade. Fraude et al., (2009), ainda coloca que os exercícios realizados em zonas ligeiramente acima dessa citada, podem ser chamados de limiar anaeróbico. Teoricamente, o período mais longo possível nessa intensidade seria de 45 a 60 minutos, e essa pode ser uma carga adequada para o treinamento de *endurance* (URHAUSEN et al. 1993).

Um programa de treinamentos de sucesso, para um atleta de corrida de longa duração, deve incluir a prescrição personalizada individualmente para cada atleta. Neste sentido, a regulação da intensidade do exercício é fundamental para o sucesso

de cada sessão de treinamento e, de todo o programa de treinamento, uma vez que intensidades de exercício muito baixas não induzirão as adaptações fisiológicas desejadas, enquanto intensidade de exercício elevadas podem gerar fadiga excessiva, frustração e abandono do treinos (POTTEIGER e WEIBER, 1994, citados por SEMIN et al., 2008).

Na literatura foram encontrados alguns estudos apresentando os valores do limiar anaeróbico, com amostras exclusivamente masculinas. Comparando os valores de limiar anaeróbico obtidos na presente pesquisa, relacionados aos parâmetros FC, Vel e %FCmax no grupo masculino, em sua maioria, se mostram inferiores, em relação a estes estudos, os quais serão apresentados a seguir:

No estudo já citado anteriormente, realizado por Giovanelli et al., (2019), com 15 corredores treinados ( $37,9 \pm 10,9$  anos;  $1,78 \pm 0,05$  m;  $67,0 \pm 9,1$  kg), apresentaram, também, os valores obtidos através do teste incremental, e os valores obtidos referente ao limiar anaeróbico,  $168,1 \pm 12,8$  bpm e  $16,3 \pm 1,9$  km/h. Assim como aconteceu com os valores obtidos durante o RABIT TEST, os resultados do teste incremental também se mostram elevados quando comparados com os valores obtidos no grupo masculino em nosso estudo, possivelmente pela diferença de nível dos atletas.

Um estudo realizado por Denadai et al. (2004) com o objetivo de analisar a validade preditiva da capacidade aeróbica máxima ( $VO_2max$ ), velocidade referente a capacidade aeróbica máxima ( $vVO_2max$ ), tempo limite ( $Tlim$ ), economia de corrida (EC) e limiar anaeróbico ( $Lan$ ) para a performance de atletas de *endurance*, nas distâncias de 1.500 e 5.000m, apresentaram valores referentes a velocidade do limiar anaeróbico através de um teste de laboratório. Participaram da pesquisa 14 corredores bem treinados nas provas de fundo do atletismo ( $33,4 \pm 4,4$  anos;  $62,7 \pm 4,3$  kg;  $166,1 \pm 5,0$  cm;  $6,3 \pm 2,9$  % gordura corporal e;  $7,2 \pm 4,9$  anos de treinamento). Todos os corredores treinavam seis dias por semana, com um volume semanal que oscilava entre 70 e 90 km durante o período de preparação específica. Com uma amostra de nível superior quando comparada a amostra no presente estudo, o resultado obtido de  $17,3 \pm 1,1$  km/h, se mostra superior quando comparado com o valor obtido no presente estudo.

Heck et al. (1985) ao justificar o valor da concentração de 4 mmol/l de lactato no sangue, no limiar anaeróbico, obtiveram o valor médio de FC de  $175,5 \pm 10,74$  bpm e velocidade de  $15,18 \pm 3,10$  km/h. O estudo foi realizado com 16 homens normais e

saudáveis ( $179,3 \pm 5,0$  cm;  $71,7 \pm 8,0$  kg;  $29,8 \pm 6,0$  anos) com capacidades de *endurance* variadas. Quatro desses indivíduos eram corredores de longa distância, dois deles pertenciam a elite nacional. Para a coleta da FC e a concentração de lactato, cada participante realizou 2 testes incrementais e 5 testes com carga contínua em esteira rolante com 1% de inclinação. Com atletas de elite em sua amostra, os valores se mostram acima dos valores encontrados no grupo masculino do presente estudo, com participação somente de corredores recreacionais.

Sjödín e Jacobs (1981) em um esforço para esclarecer melhor as relações entre características histológicas, metabólicas musculares e o desempenho do exercício, examinaram as inter-relações entre o desempenho da corrida em uma maratona, a intensidade da corrida em que ocorre o início do acúmulo de lactato sanguíneo (limiar anaeróbico), o volume de treinamento e as características das fibras musculares em 18 voluntários do sexo masculino ( $32 \pm 7$  anos,  $179 \pm 6$  cm e  $78 \pm 7,9$  kg). Todos os indivíduos haviam participado e completado a maratona de Estocolmo daquele mesmo ano (1979). A amostra consistiu em um grupo homogêneo no que diz respeito ao tipo de treino, onde evitavam qualquer tipo de treinamento de alta intensidade e focavam em treinamento submáximo de longa distância e obteve o valor de velocidade no limiar anaeróbico de  $4,2 \pm 0,5$  m/s ( $15,12$  km/h) que comparada a velocidade obtida pelo grupo masculino, nesta pesquisa, com corredores de níveis recreacionais, se mostra bastante superior. Outro provável fator pela diferença, seria a média de idade entre os grupos.

Mais um estudo que apresenta valores superiores quando comparado a este estudo, possivelmente pela modalidade praticada e idade da amostra, é o de Kindermann, Simon e Keul (1979) que foi realizado para provar que intensidades da carga de trabalho marcadas significativamente acima do limiar anaeróbico podem ser sustentadas, com níveis de lactato sanguíneo ligeiramente elevados, por períodos prolongados de tempo. A amostra composta por sete esquiadores de *cross country* ( $20,9 \pm 1,7$  anos;  $175,1 \pm 4,6$  cm de altura;  $68,7 \pm 4,9$  kg) correram em uma esteira rolante até a exaustão. A Vel, FC e %FCmax no limiar anaeróbico apresentadas, foram respectivamente  $15,3 \pm 0,5$  km/h,  $174,0 \pm 7,7$  bpm e 90,62%.

No estudo de Souza et al (2014) com os objetivos de determinar e comparar índices fisiológicos obtidos em laboratório e em teste de campo em corredores de *endurance* moderadamente treinados. As velocidades referentes ao limiar anaeróbico se mostraram superiores aos obtidos em nosso estudo com o grupo masculino, os

parâmetros obtidos em laboratório ( $14,9 \pm 0,7$  km/h) ou em teste de pista ( $15,1 \pm 1,9$  km/hr). Participaram do estudo 10 corredores com, no mínimo, dois anos de experiência em treinamento e provas de *endurance* ( $28,3 \pm 6,8$  anos;  $68,5 \pm 8,5$  kg;  $173,5 \pm 7,5$  cm e;  $10,6 \pm 3,1$  % de gordura corporal). A idade dos sujeitos pode ser o motivo pela superioridade nas velocidades referente ao limiar anaeróbico.

Souza et al. (2012) ao determinar e comparar o limiar anaeróbico obtido por quatro diferentes métodos com o máximo estado estável de lactato em corredores de *endurance*, apresentaram valores referente a velocidade mais elevados em relação aos valores da amostra masculina estudada ( $14,3 \pm 0,7$  km/h), quando obtidos através concentração de lactato sanguíneo. Muito provavelmente pela diferença da amostra em relação a idade e peso. Participaram do estudo nove corredores moderadamente treinados, com no mínimo dois anos de experiência de treinamento e provas de *endurance*. A média e o desvio padrão da idade, massa corporal, estatura e percentual de gordura corporal foram:  $29,2 \pm 10,9$  anos;  $64,2 \pm 8,5$  kg;  $171,8 \pm 5,7$  cm; e  $11,3 \pm 3,7\%$ , respectivamente. O volume médio semanal de treinamento de corrida dos participantes era de 70km.

Em relação as pesquisas realizadas exclusivamente com mulheres, foi comparado os dados obtidos no grupo feminino do presente estudo com o estudo de Evans et al. (1995), que teve como objetivo determinar as respectivas contribuições do  $VO_2\max$ , limiar de lactato e economia de corrida, para o declínio relacionado à idade no desempenho do exercício de *endurance* em mulheres. A amostra foi composta por 31 mulheres divididas, por idade, em três grupos. O primeiro grupo, com média de idade e desvio padrão de  $30 \pm 1$  anos apresentou os valores referente a FC no limiar anaeróbico de  $183 \pm 4$  bpm. O segundo grupo com média de idade e desvio padrão de  $42 \pm 1$  anos apresentou os valores referente a FC no limiar anaeróbico de  $178 \pm 2$  bpm. E o terceiro com média de idade e desvio padrão de  $52 \pm 1$  anos, apresentou os valores referente a FC no limiar anaeróbico de  $165 \pm 5$  bpm. As 31 mulheres haviam sido classificadas entre as primeiras entre suas respectivas faixas de idade na segunda maior prova de 10km de corrida de rua dos Estados Unidos, na época, o que demonstra o alto nível das atletas. Os valores identificados em cada grupo demonstram certa diferença entre eles, enquanto o valor da FC observado no grupo 2 é o que mais se assemelha aos valores obtidos nesta pesquisa, no grupo feminino.

Dois estudos encontrados na literatura se mostram de acordo quando comparados aos dados encontrados na presente pesquisa:

Allen et al. (1985) em um estudo com a intenção de determinar se as determinantes fisiológicas da capacidade de *endurance*, eram as mesmas em atletas mais velhos e jovens corredores, pareados em relação ao treinamento e desempenho. A amostra referente aos atletas mais velhos era composta por 8 atletas máster ( $56 \pm 5$  anos de idade;  $9 \pm 5$  anos de treinamento;  $67 \pm 21$  km por semana, percorridas em média nos treinos;  $41:24 \pm 3:18$  minutos em 10km) que consistentemente se classificavam entre os 10% melhores das respectivas categoria de idade. A FC média de 156 bpm e a intensidade relativa ao exercício, representada pelo %FCmax, de 88,37% se mostram de acordo com o apresentado neste estudo. Já em relação ao grupo dos jovens atletas, que eram compatíveis com os corredores mais velhos na questão de desempenho e treinamento ( $25 \pm 3$  anos de idade;  $4 \pm 5$  anos de treinamento;  $66 \pm 24$  km por semana, percorridas em média nos treinos;  $41:42 \pm 3:30$  minutos em 10km), a FC média obtida foi de 174 bpm, bastante elevada em relação aos dados apresentados neste estudo, nos mesmos parâmetros, enquanto que o %FCmax de 89,23% fica próximo ao observado neste estudo.

Ao realizarmos a comparação dos valores de FC e o %FCmáx da amostra estudada nesta pesquisa (tabela 02), eles se mostram de acordo com os valores obtidos por Denadai et al. (2005), em seu estudo que teve como objetivo analisar o efeito da cadência de pedalada sobre a FC e a resposta de lactato sanguíneo. Participaram da pesquisa nove indivíduos ativos do sexo masculino ( $20,9 \pm 2,9$  anos;  $73,9 \pm 6,5$  kg;  $1,79 \pm 0,9$ m), sem experiência prévia em treinamento aeróbico no ciclismo. Os valores encontrados no limiar anaeróbico foram de  $162,5 \pm 9,1$  bpm a 50 rpm e  $160,4 \pm 9,2$  bpm a 100 rpm com o %FCmáx de  $85,4 \pm 6,3$  e  $83,6 \pm 4,2$  respectivamente.

Estudos realizados com homens e mulheres, separados em grupos distintos, apresentaram os seguintes resultados:

Semin et al. (2008) em uma investigação com objetivo de averiguar se corredores treinados de *endurance* treinam e competem na FC máxima ou acima dela, quando obtida através das medidas laboratoriais, quando comparado a FC máxima em um dia de treinamento intervalado de alta intensidade e durante uma competição. Participaram da pesquisa 10 mulheres (média de idade:  $20,1 \pm 7,8$  anos) e 10 homens (média de idade:  $19,9 \pm 6,2$  anos). Quando a FCmax foi obtida através do teste incremental na esteira rolante, foi identificada a média de FC referente ao limiar anaeróbico, nas mulheres, de  $158 \pm 3$  bpm que representou 81,02% da FCmax. Nos

homens, a média de FC referente ao limiar anaeróbico identificada foi de  $159 \pm 2$  bpm que representou 82,38% da FCmax. Em comparação ao nosso estudo, os dados de FC ficaram muito próximos do valor que obtivemos, tanto em homens quanto mulheres, porém o %FCmax ficou mais alto neste estudo, possivelmente em função do método indireto utilizado para a obtenção da FCmáx, por meio de equação.

Plato et al. (2008) propuseram, em seu estudo, avaliar se os dados metabólicos e de FC obtidos durante um teste de exercício incremental podem ser usados para prever com precisão a FC associada ao limiar de lactato em ciclistas masculinos e femininos. Dez ciclistas treinados do sexo masculino ( $36,1 \pm 1,9$  anos;  $78,9 \pm 3,1$  kg;  $179,0 \pm 2,0$  cm) e 9 ciclistas do sexo feminino ( $33,8 \pm 2,6$  anos;  $60,8 \pm 1,6$  kg;  $163,3 \pm 2,5$  cm) participaram do estudo. O grupo masculino apresentou uma média de FC de  $158,5 \pm 4,3$  bpm que representou  $82,9 \pm 1,9$  % da FCmax. O grupo feminino apresentou uma média de FC de  $168,9 \pm 1,7$  bpm que representou  $90,1 \pm 0,9$  % da FCmax. O que mostra valores próximos quando relacionado ao nosso estudo, em relação aos homens, porém valores superiores ao deste estudo no grupo feminino.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados da presente pesquisa identificaram os limiares de transição fisiológica de corredores recreacionais de longa distância, através de um teste de fácil aplicação chamado RABIT TEST. Os parâmetros de velocidade e frequência cardíaca obtidos poderão ser relacionados às zonas de treinamento para a prescrição individualizada e em grupo do treinamento, assim como a predição da performance. Ao comparar as intensidades entre homens e mulheres, não encontramos diferenças significativas entre os sexos, dentro da amostra pesquisada.

Sugerimos a utilização de métodos de padrão ouro para estimar os limiares de transição fisiológica, como lactato e o limiar ventilatório, os quais comparados a proposta do RABIT TEST podem auxiliar na confirmação da eficácia do mesmo.

## REFERÊNCIAS

Daniel Boullosa, Jonathan Esteve-Lao, Arturo Casado, Leonardo A. Peyré-Tartaruga, Rodrigo Gomes da Rosa, Juan Del Coso, 2020. **Factors affecting training and physical performance in recreational endurance runners**. Sports Med 8, 35; doi:103390/sports8030035

Delfien van Dyck, Greet Cardon, Ilse de Bourdeaudhuij, Lisa de Ridder, Annick Willem, 2017. **Who participates in running events? Socio demographic characteristics, psychological factors and barriers as correlates of non-participation – A pilot study in Belgium**. International Journal of Environmental Research and Public Health

Oliver Fraude, Wilfried Kindermann, Tim Meyer, 2009. **Lactate Threshold Concepts. How Valid are They?** Sports Med; 39 (6): 469-490

Krista Svedahl and Brian R. MacIntosh, 2003. **Anaerobic Threshold: The concept and methods of measurement**. Canadian Journal of Applied Physiology 28(2): 299-323

Ricardo Dantas de Lucas, Renato Rocha, Roberto Carlos Burini, Benedito Sérgio Denadai, 2000. **Comparação das intensidades correspondentes ao lactato mínimo, limiar de lactato e limiar anaeróbio durante o ciclismo em atletas de endurance**. Revista Brasileira de Medicina do Esporte – Vol. 6, número 5 – Set/Out, 2000.

José Vitor Vieira Salgado, Dra. Mara Patricia Traina Chacon-Mikahil, 2006. **Corrida de rua: análise do crescimento do número de provas e de praticantes**. Revista de Educação Física da UNICAMP, v. 4, n 1, 2006.

Cleber Cristiano Prodanov e Ernani Cesar de Freitas, 2013. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa do trabalho acadêmico** – 2. Ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013

Ruggero Ceci e Peter Hassmén, 1991. **Self-monitored exercise at three different RPE intensities in treadmill vs field running.** Medicine and Science in Sport and Exercise. Vol. 23, number 6.

Skott K. Powers e Edward T. Howley. **Fisiologia do Exercício – Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho.** 8ª edição. Barueri: Manole, 2014.

William J. Kraemer, Steven J. Fleck, Michael R. Deschenes. **Fisiologia do exercício: teoria e prática.** 2ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

Conor Raleigh, Bernard Donne, Neil Fleming, 2018. **Association between different non-invasive derived thresholds with lactate threshold during graded incremental exercise.** International Journal of Exercise Science 11(4): 391-403.

Nicola Giovanelli, Stefano Scaini, Veronique Billat & Stefano Lazzer, 2019. **A new field test to estimate the aerobic and anaerobic thresholds and maximum parameters,** European Journal of Sport Science, DOI: 10.1080/17461391.2019.1640289

T. Meyer, A. Lucía, C. P. Earnest, W. Kindermann, 2005. **A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters – theory and application.** International Journal of Sports Medicine 2005; 26: S38-S48

Katherine Semin, Alvah C. Stahlecker IV, Kate Heelan, Gregory A. Brown, Brandon S. Shaw and Ina Shaw, 2008. **Discrepancy between training, competition and laboratory measures of maximum heart rate in NCAA division 2 distance runners.** Journal of Sports Science and Medicine (2008) 7, 455-460.

W. Kindermann, G. Simon, J. Keul. **The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of workload intensities during endurance training.** European Journal of Applied Physiology, 1979.

Luana L. Cabral, Fábio Y. Nakamura, Joice M. F. Stefanello, Luiz C. V. Pessoa, Bruno P. C. Smirmaul & Gleber Pereira (2020): **Initial Validity and Reliability of the**

**Portuguese Borg Rating of Perceived Exertion 6-20 Scale, Measurement in Physical Education and Exercise Science**, DOI: 10.1080/1091367X.2019.1710709

Poliana de Lima Costa, Pâmela de Souza dos Santos, Luana Loss Cabral, Raul Osiecki. **Physiological transition threshold in mountain runners: a systematic review**. Revista Brasileira de Cineantropometria Humana 2017, 19(6): 751-760

B. Sjödín e I. Jacobs. **Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance**. International Journal of Sports Medicine 2, 1981, 23-26

H. Heck, A. Mader, G. Hedd, S. Mücke, R. Müller e W. Hollmann. **Justification of the 4-mmol/l lactate threshold**. International Journal of Sports Medicine 6, 1985, 117-130

L. Jerome Brandon. **Physiological factors associated with middle distance running performance**. Sports Med 19 (4): 268-277, 1995

Benedito Sérgio Denadai, Marcelo Janini Ortiz e Marco Túlio de Mello. **Índices fisiológicos associados com a “performance” aeróbia em corredores de “endurance”:** efeitos da duração da prova. Revista Brasileira de Medicina do Esporte – vol. 10, n5 – Set/Out, 2004

Benedito Sérgio Denadai, Vinícius Daniel de Araújo Ruas e Tiago Rezende Figueira. **Efeito da cadência de pedalada sobre as respostas metabólica e cardiovascular durante o exercício incremental e de carga constante em indivíduos ativos**. Revista Brasileira de Medicina do Esporte – vol. 11, n 5 – Set/Out, 2005

Susan L. Evans, Kevin P. Davy, Edith T. Stevenson, e Douglas R. Seals. **Physiological determinants of 10km performance in highly trained female runners of different ages**. American Physiology Society, 1995.

Kristopher Mendes de Souza, Talita Grossl, Rubens José Babel Junior, Ricardo Dantas de Lucas, Vitor Pereira Costa, Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo. **Máximo estado estável de lactato estimado por diferentes métodos de determinação do**

**limiar anaeróbio.** Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano. 2012, 14 (3): 264-275

P. A. Plato, M. McNulty, S.M. Crunk, A. Tug Ergun. **Predicting lactate threshold using ventilatory threshold.** International Journal of Sports Medicine. 2008; 29: 732-737

Kristopher Mendes de Souza, Ricardo Dantas de Lucas, Talita Grossl, Vitor Pereira Costa, Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo, Benedito Sérgio Denadai. **Predição da performance de corredores de endurance por meio de testes de laboratório e pista.** Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano 2014, 16 (4): 466-474

William K. Allen, Douglas R. Seals, Ben F. Hurley, Ali A. Ehsani, e James M. Hagberg. **Lactate threshold and distance running performance in young and older endurance athletes.** 1985 The American Physiological Society 0161-7567/85

Conconi, F., Ferrari, M., Ziglio, P. G., Droghetti, P., & Codeca, L. (1982). **Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners.** Journal of Applied Physiology, 52(4), 869–873. doi:10.1152/jappl.1982.52.4.869

Keneth Cooper. **Aptidão Física em qualquer idade: método Cooper.** Edição: julho 1970, Fórum Editora, traduzida de Aerobics, publicado por M. Evans and Company, Inc.

A. Urhause, B. Coen, B. Weiler, W. Kindermann. **Individual Anaerobic Threshold and Maximum Lactate Steady State.** International Journal of Sports Medicine, 14 (1993) 134-139.