

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOSÉ VANI MOLINO MOIANO JUNIOR

PREDIÇÃO DOS LIMIARES DE TRANSIÇÃO FISIOLÓGICA A PARTIR DO LIMIA
R DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO, PONTO DE DEFLEXÃO DA
FREQUÊNCIA CARDÍACA E DO LIMIA R DE LACTATO, EM PRATICANTES DE
CICLISMO E SUAS RELAÇÕES COM AS RESPOSTAS AFETIVAS

CURITIBA

2020

JOSÉ VANI MOLINO MOIANO JUNIOR

PREDIÇÃO DOS LIMIARES DE TRANSIÇÃO FISIOLÓGICA A PARTIR DO LIMAR
DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO, PONTO DE DEFLEXÃO DA
FREQUÊNCIA CARDÍACA E DO LIMAR DE LACTATO, EM PRATICANTES DE
CICLISMO E SUAS RELAÇÕES COM AS RESPOSTAS AFETIVAS

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Educação Física, Setor de Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Raul Osiecki

CURITIBA

2020

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.
Biblioteca de Ciências Biológicas.
(Rosilei Vilas Boas – CRB/9-939).

Moiano Junior, José Vani Molino.

Predição dos limiares de transição fisiológica a partir do limiar de percepção subjetiva de esforço, ponto de deflexão da frequência cardíaca e do limiar de lactato, em praticantes de ciclismo e suas relações com as respostas afetivas. / José Vani Molino Moiano Junior. – Curitiba, 2020.

43 f. : il.

Orientador: Raul Osiecki.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

1. Ciclismo. 2. Ciclistas. 3. Lactato. 4. Desempenho. I. Título. II. Osiecki, Raul. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

CDD (20.ed.) 796.6



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO FÍSICA -
40001016047P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO FÍSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de JOSE VANI MOLINO MOIANO JUNIOR intitulada: "PREDIÇÃO DOS LIMIARES DE TRANSIÇÃO FISIOLÓGICA A PARTIR DO LIMAR DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO, PONTO DE DEFLEXÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E DO LIMAR DE LACTATO, EM PRATICANTES DE CICLISMO E SUAS RELAÇÕES COM AS RESPOSTAS AFETIVAS", sob orientação do Prof. Dr. RAUL OSIECKI, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 16 de Junho de 2020.

Assinatura Eletrônica

16/06/2020 18:46:24.0

RAUL OSIECKI

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

16/06/2020 11:11:18.0

JULIO CESAR BASSAN

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

02/10/2020 10:30:38.0

ANTONIO CARLOS DOURADO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA)

Novo Edifício do Departamento de Educação Física - Campus Centro Politécnico - Curitiba - Paraná - Brasil

CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-3072 - E-mail: pgedf@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 43430

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 43430

EPÍGRAFE

“ - Chega uma hora, um ponto crítico, quando a estrutura fracassa, quando as regras não servem mais de arma, viram correntes que deixam o mal prosseguir, algum dia pode se deparar com este momento de crise, e em tal momento, tomara que tenha um amigo como eu tive.”

James Gordon – Batman, o cavaleiro das trevas ressurgue, 2012.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me capacitar em cada etapa do processo do mestrado e por me abençoar com inúmeras pessoas boas ao meu redor.

A minha família, em especial ao meus pais, José Moiano e Carmem Regina que foram os meus primeiros orientadores da vida, sem eles nada disso seria possível.

A minha noiva, Bianca Raulino, que esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis me auxiliando e encorajando em cada dificuldade, sempre mostrando que era possível e que eu conseguiria.

A “Família Detone” que é composta pelos melhores amigos que a vida poderia me presentear, bem como meus irmãos de outras mães Thiago e Alessandro, com certeza a amizade de vocês tornou esses anos mais prazerosos.

A todos os integrantes do CEPEFIS, vocês são incríveis, e a convivência no laboratório foi irretocável graças a ilustre presença de vocês, foi uma grande oportunidade poder aprender com vocês.

Gostaria de agradecer o Jhonny Kleber pelo auxílio imediato com a dissertação e coletas devido ao grande conhecimento que tem acerca da temática, e também pela amizade ao longo do processo.

Faço um agradecimento especial ao Diogo Palumbo, Alysson Enes, Gustavo Oneda e Danilo “Ventania”, que com certeza serão muito reconhecidos pelo que fazem, são excelentes pesquisadores, mas são pessoas ainda melhores, tenho orgulho tê-los como amigos, e espero manter essa amizade para toda a vida.

Ao meu amigo e orientador Raul Osiecki, que de longe foi minha melhor escolha, mais que um professor, a quem tenho a consideração e o respeito de um verdadeiro pai, alguém que quando eu precisei se fez presente, alguém que teve cuidado comigo, e nunca desistiu de mim e do meu trabalho, mesmo quando eu mesmo já havia desistido, um verdadeiro orientador, para além do ambiente acadêmico, alguém de quem não vou me esquecer.

Agradeço a todos os envolvidos nas coletas, sem vocês este trabalho não seria possível.

Ao Rodrigo Waki, secretário do Programa de Pós-Graduação em Educação Física pela disposição em ajudar e pelo seu excelente trabalho.

Ao CNPQ/ CAPES pelo auxílio a pesquisa ao longo desses dois anos. (O

presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001).

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** IDENTIFICAÇÃO DO LIMAR DA PSE PELO MÉTODO DMÁXPSE–
MAIOR DISTÂNCIA PERPENDICULAR ENTRE UM AJUSTE POLINOMIAL DE 3°
ORDEM E UM AJUSTE LINEAR.....14
- FIGURA 2.** DESCRIÇÃO DO DESENHO DA PESQUISA.....18

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	23
TABELA 2 – CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	24

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – COMPARAÇÃO DE MÉTODOS NA INTENSIDADE DE OCORRÊNCIA DO LT ₂	23
GRÁFICO 2 – CORRELAÇÃO (A) E CONCORDÂNCIA (B) ENTRE PDFC E LL ₂	25
GRÁFICO 3 - CORRELAÇÃO (A) E CONCORDÂNCIA (B) ENTRE LPSE E LL ₂	26
GRÁFICO 4 - CORRELAÇÃO (A) E CONCORDÂNCIA (B) ENTRE PDFC E LPSE...	26
GRÁFICO 5 – RESPOSTAS AFETIVAS PARA OS MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO DO LT ₂ EM SEU MOMENTO DE OCORRÊNCIA.....	27

RESUMO

O ciclismo é uma modalidade realizada em diferentes espaços, os quais, exigem diferentes características fisiológicas do praticante. Com isso, a identificação dos limiares de transição fisiológica, e a comparação de métodos não invasivos, que validem a classificação das zonas de ocorrência dentro destes limiares, durante o exercício, pode ser de grande importância, na prescrição do treinamento. Além disso, o principal motivo para se manter em um programa de exercícios é a relação da intensidade com o afeto do praticante. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo é identificar se os métodos não invasivos (Limiar da Percepção Subjetiva de Esforço e o Ponto de Deflexão da Frequência Cardíaca) são capazes de prever o segundo limiar de transição fisiológica (LT₂) e a sua relação com o afeto durante um teste progressivo máximo em velódromo. 14 ciclistas recreacionais (Idade: 24.14 ± 4.4 anos; Estatura: 176.79 ± 6.44 cm; Massa corporal: 78.49 ± 8.31 kg; Gordura corporal: 12.51 ± 4.57 %) foram submetidos ao teste. O protocolo de teste consistiu em estágios de 3 voltas no velódromo (medindo 333,33m) iniciando a 20 km/h com incrementos de 2 km/h a cada estágio e 1 minuto de pausa entre estágios. Durante a pausa, foram coletadas amostras sanguíneas para identificação do lactato sanguíneo, assim como a frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço e a Valência Afetiva. A normalidade dos dados foi analisada por meio do teste Shapiro-Wilk. Para a comparação dos dados identificados nos limiares foi utilizado o teste de análise de variância de uma via (*ANOVA one-way*) ou o seu correspondente para amostras não paramétricas *Kruskal-Wallis*. Foi utilizado o teste *post hoc* de *Tukey* para identificar as diferenças encontradas. Para os dados paramétricos, a análise da relação entre os limiares foi feita através da correlação simples de *Pearson* e, para dados não paramétricos foi utilizado o teste de correlação de *Spearman*. Os gráficos de limites de concordância de *Bland-Altman* foram utilizados para a análise de concordância entre os métodos. Em todas as análises o nível de significância adotado será de $p \leq .05$. O principal achado do estudo mostra que não houve diferença na intensidade de ocorrência do LT₂ independentemente do método utilizado ($F_{(2)} = .383$; $p = .684$), contudo, ao relacionarmos a intensidade de ocorrência do LT₂ com os métodos utilizados, nenhuma das medidas alternativas obteve correlação significativa com a intensidade de ocorrência (PDFC: $r = .24$ e $p = .935$; LPSE: $r = .18$ e $p = .522$; [LA]: $r = -.402$ e $p = .154$). Ao relacionarmos os métodos, identificamos uma correlação

moderada ($r = .63$) significativa ($p = .01$) entre o método a partir de uma medida fisiológica (PDFC) com o método invasivo de identificação do LT_2 (LL_2). Em adição, as respostas afetivas não mostraram diferenças significativas na intensidade de ocorrência do LT_2 ($F(2) = .395$; $p = .67$). Portanto, os resultados sugerem que o uso de medidas fisiológicas como a frequência cardíaca tendem a ser estimadores mais confiáveis do LT_2 , para prescrição e monitoramento de exercício para esse tipo de população e esse protocolo de teste.

Palavras-chave: Limiares de transição fisiológica, Percepção subjetiva de esforço, Afeto, ciclistas.

ABSTRACT

Cycling is a sport performed in different spaces, which require different physiological demands. Thus, it is necessary to identify the physiological transition thresholds (PTT), and to compare non-invasive assessments that validate the classification of thresholds occurrence zones to identify the intensity during exercise. In addition, the main reason for adherence in a physical activity program is the relationship between intensity and the affective responses. In this way, the aim of the study was to identify whether non-invasive assessments (Rating of Perceived Exertion Threshold (DmaxRPE) and Heart Rate Deflection Point (HRDP)) are able to predict the 2nd physiological transition threshold (LT₂) and its relationship with affective responses during an incremental cycling test on velodrome. 14 recreational cyclists (age: 24.14 ± 4.4 years; height: 176.79 ± 6.44 cm; body mass: 78.49 ± 8.31 kg; body fat: 12.51 ± 4.57%) were subjected to the test. The test protocol consisted of 3 thousand meters stages starting at 20 km/h, with 2 km/h increments at each stage and a 1-minute rest pause between stages. During the rest pause, blood samples were collected to identify blood lactate levels, heart rate, rating of perceived exertion and affective responses. The data normality was analyzed using Shapiro-Wilk. Data identified at the thresholds was analyzed by one-way analysis of variance (one-way anova) or its corresponding for non-parametric such as Kruskal-Wallis was used. Tukey's post hoc test was used to identify the differences. For parametric data, the analysis of the relationship between the thresholds was performed using Pearson's correlation and, for non-parametric data, the Spearman correlation was used. Bland-Altman concordance limit graphs were used for the analysis of agreement between the methods. In all analyzes, the significance adopted will be $p \leq .05$. The main findings show that there were no differences in the intensity of occurrence of LT₂ regardless the assessment used ($F_{(2)} = .383$; $p = .684$), however, when relating the intensity of occurrence with the methods used, any method obtained a correlation significant with the intensity of occurrence (HRDP: $r = .24$ and $p = .935$; DmaxRPE: $r = .18$ and $p = .522$; [LA]: $r = -.402$ and $p = .154$). A moderate correlation was found ($r = .63$; $p = .01$) between the method from a physiological measure (HRDP) and the invasive LT₂ identification assessment ([LA]). In addition, the affective responses did not show significant differences in the intensity of occurrence of LT₂ ($F_{(2)} = .395$; $p = .67$). Therefore, the results suggest that the use of physiological measures such as heart rate tend to be more reliable estimators of

LT₂, for prescription and monitoring training loads for this population and this test protocol.

Keywords: Physiological transition thresholds; Rating of perceived exertion; Affective responses; Cycling.

SUMÁRIO

1.0	INTRODUÇÃO	16
1.1	OBJETIVOS.....	18
1.1.1	OBJETIVO GERAL	18
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.2	HIPÓTESES.....	19
1.3	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA SOCIAL.....	19
2.0	REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1	CICLISMO.....	21
2.2	LIMIARES DE TRANSIÇÃO FISIOLÓGICA	22
2.2.1	LIMIAR TRANSITÓRIO	22
2.2.2	LIMIAR DE LACTATO (LL)	23
2.2.3	PRIMEIRO LIMAR DE LACTATO (LL1)	24
2.2.4	SEGUNDO LIMAR DE LACTATO (LL2).....	24
2.3	PONTO DE DEFLEXÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA	25
2.4	PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO	26
2.5	LPSE	27
2.6	ATIVIDADE FÍSICA E AFETO	30
3.0	MATERIAIS E MÉTODOS	31
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	31
3.2	POPULAÇÃO E AMOSTRA	31
3.3	INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS	32
3.3.1	DESENHO EXPERIMENTAL	32
3.3.2	COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	33
3.3.3	FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	34
3.3.4	LACTATO SANGUÍNEO.....	34
3.3.5	PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO E AFETO.....	34
3.3.6	TESTE PROGRESSIVO NO VELÓDROMO	35
3.3.7	DETERMINAÇÃO DOS LIMIARES DE TRANSIÇÃO FISIOLÓGICA.....	36
3.3.7.1	LIMIAR DE LACTATO	36
3.3.7.2	LIMIAR DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO	36
3.3.7.3	PONTO DE DEFLEXÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA	36
3.3.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA	37
4.0	RESULTADOS.....	38
5.0	DISCUSSÃO	42
6.0	CONCLUSÃO.....	45
7.0	REFERÊNCIAS.....	46

1.0 INTRODUÇÃO

O ciclismo é uma modalidade esportiva que possui inúmeros benefícios relacionados a saúde (TAVARES et al., 2018). Inicialmente a bicicleta foi criada para fins de transporte e passeio, como uma alternativa eficiente em termos de poluição e saúde. Contudo, com o processo de modernização global, a prática do ciclismo obteve elementos que desencadearam a gênese de um processo de esportivização (SILVA; CARMONA; MAZO, 2015). Nesse sentido, o ciclismo possui competições em diferentes espaços (pista, estrada e mountain bike) (CBC), os quais, apresentam um perfil fisiológico distinto de acordo com o espaço, seja predominância bioenergética aeróbica ou anaeróbica (BASICS OF CYCLING TRAINING, 2005).

Devido a distinção do perfil fisiológico, a identificação dos limiares de transição fisiológica (LTs) podem auxiliar na prescrição de zonas de intensidade de treinamento, a partir da manipulação da intensidade de treinamento de acordo com o perfil fisiológico requisitado (QUITTMANN et al., 2018) (GIOVANELLI et al., 2019). Nesse sentido, a cinética das concentrações sanguíneas de lactato ([LA]) em função da intensidade/tempo em testes progressivos máximos é um método proposto para identificação dos LTs (BERG et al. 1990; HECK, et al. 1985). De fato, o comportamento de medidas fisiológicas (*i.e.* lactato sanguíneo) durante o exercício apresenta relação direta com o aumento da carga em função do tempo (BENTLEY et al., 2001).

Os LTs também são conhecidos como limiares de lactato (LL). Assim, os LL podem ser divididos em primeiro e segundo LL. O primeiro limiar de lactato (LL₁) caracteriza-se como o momento no qual a intensidade do exercício apresenta o início do aumento da concentração de lactato sanguíneo acima das concentrações de repouso (HAGBERG; COYLE, 1983), ou o primeiro aumento do lactato sanguíneo em teste progressivo (FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009). Esse termo pode ser utilizado para definir o primeiro limiar de lactato (LT₁) ou limiar aeróbio (LAe) (FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009). O segundo limiar de lactato (LL₂) ocorre quando determinada intensidade do exercício aponta um máximo estado estável de lactato no sangue (SVEDAHL; MACINTOSH, 2003) ou segundo acréscimo no lactato sanguíneo (FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009), sendo possível utilizar esse termo para definir o segundo limiar de lactato (LT₂) ou o limiar anaeróbio (LAn). Essa metodologia pode ser definida como “padrão ouro” para identificação dos LTs, contudo, possui alto

custo financeiro, é considerada invasiva e necessita de conhecimento científico mais avançado, por isso, técnicas alternativas para a detecção dos LTs tem sido utilizadas (CHENG et al., 1992; CONCONI et al., 1982; CONDE et al., 2014; FABRE et al., 2013; FERREIRA et al., 2015a, 2015b; GIOVANELLI et al., 2019).

Em conjunto com a utilização das [LA], a Frequência Cardíaca (FC) tornou-se uma variável comum de ser utilizada na identificação dos LTs (FERREIRA et al., 2015a). Brooke e Hamley (1972) identificaram que a FC apresenta comportamento sigmoide (um momento de inflexão e outro de deflexão) durante protocolos de testes incrementais. Corroborando com isso, Conconi et al. (1982) caracterizou o ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC), que é o momento de perda da linearidade da curva da FC em função da velocidade de corrida durante um teste progressivo, o qual encontrou alta correlação ($r = .99$) entre o PDFC com o segundo limiar de lactato (LL2). Desde então o PDFC vem sendo utilizado como indicativo não invasivo do LL2. A literatura apresenta trabalhos bastante divergentes no que diz respeito à identificação do ponto de deflexão da frequência cardíaca e sua associação com o LL. Uma das dificuldades na identificação do ponto de deflexão da FC é o problema da subjetividade da inspeção visual, o que aconteceu principalmente com os estudos pioneiros do gráfico de frequência cardíaca em função da intensidade do exercício (BOURGOIS et al., 2004; CONCONI et al., 1982), que pode levar a alguns erros dependendo, até mesmo, da experiência do pesquisador. Nesse sentido, Kara et al. (1996) propôs a identificação desse ponto pelo modelo matemático $D_{m\acute{a}x}$, o que permite identificar a quebra na linearidade da curva em todos os sujeitos.

Ademais, a percepção subjetiva de esforço (PSE) tem sido usada alternativamente na identificação dos LTs (ZAMUNÉR *et al.*, 2011). Cheng *et al.* (1992) utilizam em seu estudo o método $D_{m\acute{a}x}$ para determinação do limiar de lactato e do limiar ventilatório em ciclistas do sexo masculino, durante dois testes incrementais. Com o objetivo de testar a hipótese do modelo matemático e utilizar novos métodos alternativos, Fabre *et al.* (2013), utilizou o $D_{m\acute{a}x}$ aplicado com a PSE, propondo um novo método para detecção dos LL usando a PSE durante um teste incremental até a exaustão em indivíduos ativos.

Além da importância de se utilizar medidas indiretas para a determinação dos LTs, pois fornecem dados úteis para a avaliação, controle e prescrição do exercício físico, faz-se importante investigar as relações da intensidade do exercício com o afeto

do praticante. Alguns estudos mostram que em intensidades abaixo e próximas ao limiar ventilatório é experimentado um sentimento de afeto positivo, enquanto intensidades acima do limiar ventilatório apresentam menor afeto, chegando a valores negativos (EKKEKAKIS; PETRUZZELLO, 1999; EKKEKAKIS; HALL; PETRUZZELLO, 2004; 2005; PARFITT; ROSE; BURGESS, 2006; ROSE; PARFITT, 2007; EKKEKAKIS; HALL; PETRUZZELLO, 2008). Em adição, investigar a relação do afeto com a intensidade relativa do exercício é fundamental, uma vez que sabe-se que as respostas afetivas positivas são as maiores responsáveis pela continuidade dos programas de exercício, fator primordial quando pensamos em atividade física para a promoção da saúde (EKKEKAKIS; HALL; PETRUZZELLO, 2005).

Com isso, é necessária maior investigação em relação ao uso de medidas indiretas como o PDFC e a PSE na identificação do limiar de lactato em praticantes de ciclismo recreacional, visto que o lactato é uma medida invasiva e de alto custo para identificação dos limites de transição que têm grande utilidade por parte de atletas e treinadores de ciclismo recreacional, e as relações entre a intensidade relativa e o afeto desses praticantes nessa modalidade.

Portanto, o objetivo desse estudo foi de verificar a eficácia da utilização do método a partir da PSE e da PDFC para a predição dos limites de transição fisiológica em ciclistas, utilizando o Limiar de Lactato (LL), como medida padrão de comparação. E, verificar a relação da intensidade de ocorrência desses limites, com as respostas afetivas nesses praticantes.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a eficácia da utilização do limiar de percepção subjetiva de esforço (LPSE), do ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) na predição dos limites de transição fisiológica (LTs), durante um teste progressivo de campo em praticantes de ciclismo e a relação da intensidade dos limites com o afeto ao exercício.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a intensidade de ocorrência do limiar de lactato (LL) durante um teste progressivo de campo em praticantes de ciclismo.

- Verificar a intensidade de ocorrência do limiar da percepção subjetiva de esforço (LPSE) durante um teste progressivo de campo em praticantes de ciclismo.
- Verificar a intensidade de ocorrência do ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC), durante um teste progressivo de campo em praticantes de ciclismo
- Comparar o limiar de percepção subjetiva de esforço (LPSE) com o segundo limiar de lactato durante um teste progressivo de campo em praticantes de ciclismo.
- Comparar o limiar de percepção subjetiva de esforço (LPSE) com o ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) durante um teste progressivo de campo em praticantes de ciclismo.
- Comparar o ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) com o segundo limiar de lactato durante um teste progressivo de campo em praticantes de ciclismo.
- Verificar a relação da intensidade de ocorrência do segundo limiar de lactato com o afeto ao exercício.

1.2 HIPÓTESES

As hipóteses a serem testadas são:

H0: A intensidade de ocorrência do limiar de percepção subjetiva de esforço (LPSE) não é semelhante à intensidade de ocorrência do limiar de lactato (LL) *i.e.*, não há consistência na utilização do LPSE para a identificação do limiar de transição fisiológica (LT) em ciclistas recreacionais durante um teste progressivo;

H1: O LPSE poderá ser identificado em momento similar ao limiar de Lactato $D_{m\acute{a}x}$ (terminologia utilizada para a maior diferença entre valores ajustados por um ajuste polinomial de 3° ordem e um ajuste linear unindo os extremos, a partir da curva de esforço percebido em função da intensidade durante o teste progressivo) em ciclistas recreacionais, sendo um indicador do LL;

H2: O LPSE está associado aos $LLD_{m\acute{a}x}$, em ciclistas recreacionais, sendo um indicador do LL.

1.3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA SOCIAL

O ciclismo é um dos esportes mais tradicionais do mundo, principalmente na Europa (DIEFENTHAELER, et al., 2007). No Brasil, o ciclismo vem passando por um

importante processo de popularização não apenas a nível competitivo, mas principalmente a nível recreacional, onde a bicicleta é utilizada no lazer ou transporte (BACCHIERI, et al., 2005).

Independentemente do nível dos praticantes, as avaliações fisiológicas e biomecânicas são indispensáveis para o controle e prescrição do treinamento, independente da modalidade, assim como para a análise precisa da condição física do praticante. A maior parte dessas avaliações são invasivas e/ou de alto custo e/ou inacessíveis para a maior parte dos praticantes (SILVA *et al.*, 2005; DE OLIVEIRA MELO *et al.*, 2010; JOTTA DACOSTA, 2016; SIMÕES *et al.*, 2017).

Mais importante do que iniciar um programa de atividade física é continuar praticando, e os sentimentos de afeto e bem-estar vêm sendo considerados os motivos mais fortes para uma participação contínua em uma rotina de exercícios (DISHMAN; SALLIS; ORENSTEIN, 1985). Um dos principais determinantes das respostas afetivas durante determinada atividade física é a intensidade na qual ela é praticada, podendo gerar respostas afetivas positivas ou negativas (ROSE; PARFITT, 2010).

Assim sendo, a literatura vem propondo diferentes métodos que tenham baixo custo e facilidade de aplicação para avaliação da condição física dos praticantes de diversas modalidades, inclusive no ciclismo, apesar da escassez de estudos nessa temática com essa modalidade (CHENG, et al., 1992, LUCÍA, et al., 2002). Desta maneira, utilizar o limiar da percepção subjetiva de esforço (LPSE) e/ou o ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) como um estimador dos limiares de transição fisiológica (LTs) a fim de aprimorar e individualizar o treinamento parece ser uma opção interessante, e ainda, verificar a relação desses limiares com as respostas afetivas, afim de tornar a prescrição do exercício não só efetiva e individualizada mas também prazerosa, garantindo maior aderência aos praticantes, que poderão ser avaliados com sua própria bicicleta sem a necessidade de equipamentos sofisticados, o que torna a avaliação mais viável tanto para o avaliado quanto para o avaliador.

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CICLISMO

O ciclismo é um esporte de origem europeia e foi dissipado através dos europeus. A chegada do ciclismo no Brasil ocorreu na segunda metade do século XIX, como também em outros continentes. O ciclismo pode ser definido como a prática das corridas de bicicleta (SILVA; CARMONA; MAZO, 2015). Além disso, por apresentar baixo custo de aquisição e manutenção, sendo considerado um dos meios de transporte urbano mais baratos, a bicicleta, tem sido um modo de transporte eficiente e popular entre vários povos do mundo. De fato, o ciclismo está associado a benefícios a saúde dos praticantes, não polui o meio ambiente e preserva os espaços públicos e não provoca os incômodos que caracterizam a utilização dos veículos com motor (TAVARES et al., 2018).

Inicialmente a bicicleta foi criada para fins de transporte e passeio. Contudo, com a modernização, o ciclismo obteve elementos que iniciou o processo de esportivização (SILVA; CARMONA; MAZO, 2015). Nesse sentido, o ciclismo possui competições em diferentes espaços (pista, estrada e mountain bike), além disso, existem subdivisões em cada uma destas modalidades (CBC). Em algumas das subdivisões, há a necessidade da realização de um esforço supramáximo para manter distância ou alcançar o pelotão, onde essa característica se dá ao longo do trajeto podendo acontecer mais de uma vez. Nas provas de circuito, sendo estrada ou pista, dentro do percurso é dada uma pontuação ao atleta, os quais são denominados de sprints intermediários. Esses sprints levam o atleta a realizar esforços supramáximos de forma consecutiva para que o atleta atinja essa pontuação (CBC).

O ciclismo exige várias capacidades fisiológicas, desde poder correr a um ritmo de corrida durante horas e finalizar a prova com um sprint, para poder escalar subidas longas e curtas, até acelerando anaerobicamente várias vezes por metros. Nesse sentido, os ciclistas precisam de competências de ciclismo bem desenvolvidas. Estes são suportados pelas capacidades fisiológicas, que por sua vez são apoiadas por sistemas fisiológicos. Para melhorar esses sistemas fisiológicos, é necessário desenvolver adaptações de treinamento, que, por sua vez, determinam o tipo de sessões de treinamento necessárias (Basics of Cycling Training, 2005).

A partir disso, sabe-se que o ciclismo competitivo requer uma alta potência aeróbia e anaeróbia e para suportar as demandas do esporte, um ciclista profissional

deve ter a habilidade de tolerar altas cargas de trabalho por longos períodos e em determinados momentos suportar esforços supra máximos (FARIA; PARKER; FARIA, 2005). Além disso, índices fisiológicos como $VO_{2máx}$ (PEIFFER et al., 2008), potência de pico, limiares metabólicos (AMANN; SUBUDHI; FOSTER, 2006) e economia de movimento pode ser usado para identificar o status de treinamento de um atleta e prever o desempenho do ciclismo (PEIFFER et al., 2008). Em adição, um estudo determinou as características supracitadas em ciclistas de 20 a 33 anos determinou a média do $VO_{2máx}$ de 78.8 ml/kg/min, potência pico 439 Watts, pico de lactato 9.9 mmol/L, frequência cardíaca (FC) 163 bpm, $FC_{máx}$ 194 bpm, VO_{2LT} 77 (% $VO_{2máx}$), VO_{2obla} 86 (% $VO_{2máx}$), FC_{obla} 178bpm (MUJICA; PADILLA, 2001).

2.2 LIMIARES DE TRANSIÇÃO FISIOLÓGICA

2.2.1 LIMIAR TRANSITÓRIO

Os limiares de transição fisiológica, como o nome sugere, representam um momento de transição, troca, de metabolismo, essa mudança não é abrupta e tão pouco imediata, mas alteram-se as proporções de atuação dos diferentes metabolismos energéticos, esse momento pode ser identificado de diferentes maneiras, como ela curva do lactato sanguíneo durante o exercício com incremento de carga em função do tempo e por protocolos não invasivos, utilizando as escalas perceptuais. (HERING *et al.*, 2018). A curva obtida dessas variáveis de identificação dos limiares transitórios durante um protocolo incremental possibilitam identificar dois limiares de transição fisiológica (LT): primeiro LT (LT1) e segundo LT (LT2) (WASSERMAN, 1972; GAESSER; POOLE, 1996).

Outras nomenclaturas surgiram conforme a literatura foi investigando o fenômeno. Para o primeiro LT surgiram termos como limiar de metabolismo anaeróbio (WASSERMAN; MCILROY, 1964), limiar láctico (DAVIS *et al.*, 1976), limiar aeróbio (KINDERMANN; *et al.*, 1979), limiar ventilatório 1 - LV1 (ORR *et al.*, 1982) ou limiar de lactato (HAGBERG; COYLE, 1983). E, em relação ao segundo LT, este pode ser compreendido por limiar aeróbio-anaeróbio (MADER; HECK; HOLLMANN, 1978), Lan (KINDERMANN *et al.*, 1979), limiar anaeróbio individual (STEGMANN; KINDERMANN; SCHNABEL, 1981), início do acúmulo de lactato no sangue (*onset of blood lactate accumulation* – OBLA) (SJÖDIN; JACOBS, 1981), limiar ventilatório 2 - LV2 (ORR *et al.*, 1982) ou potência crítica (MATURANA, *et al.*, 2017).

2.2.2 LIMIAR DE LACTATO (LL)

Nas últimas décadas surgiu um interesse na utilização do lactato sanguíneo para controle de carga de treinamento nos esportes, e com isso, surgiram maneiras de identificar as intensidades de transição de um domínio aeróbio para intensidades que exigem uma maior atuação da rota metabólica anaeróbica (BROOKS, 2001; DOMAGALA, 2001; QUITTMANN *et al.*, 2018; BROOKS, 2012). Sabe-se que essa transição de metabolismos não se dá de maneira abrupta e precisa pois as relações de lactato, equilíbrio ácido-básico e ventilação, na maioria dos casos, não são constantes o suficiente para denotar relação de causa e efeito, entretanto, têm implicações importantes na percepção do esforço, mecanismos de controle e utilização de substratos energéticos (FERGUSON *et al.*, 2018).

O limiar de lactato (LL) é determinado através de teste progressivo, onde inicialmente (intensidades mais baixas) a remoção do lactato se dá de maneira eficiente, isto é, equilibrada, ou seja todo o lactato produzido consegue ser removido, porém com o passar do tempo e aumento gradativo da intensidade, essa remoção deixa de ser eficiente e as concentrações de lactato começam a aumentar exponencialmente até que o indivíduo não suporte (SVEDAHL e MACINTOSH 2003).

A determinação dos LT's a partir das curvas de concentração de lactato se dá de diferentes maneiras: 1) a adoção de concentrações fixas de lactato e interpolação dos resultados (2mM para LT1 e 4mM para LT2) (GOMES, 2009); 2) utilização de modelos matemáticos para análise lactacidêmica (PALLARÉS *et al.*; 2016; FORSYTH *et al.*, 2017; ELMER, TONEY, 2018); e 3) quebras na curva de lactato por meio de análise visual (DA FONSECA *et al.*, 2016).

A análise do lactato permite estimar as contribuições dos metabolismos aeróbio e anaeróbio, uma vez que estes diferenciam-se no limiar de lactato (LL) (OLIVEIRA *et al.*, 2016; ADELINO *et al.*, 2017), estado estacionário máximo de lactato (MLSS) (PELARIGO^a *et al.*, 2017; PELARIGO^b *et al.*, 2017) e/ou limiares de lactato fixos (GARCIA-TABAR *et al.*, 2017). Os modelos de identificação dos limiares de lactato utilizam como referência dois momentos, sendo eles: A maior intensidade em que a produção e a remoção estão em equilíbrio e o momento em que as concentrações de lactato começam a aumentar exponencialmente.

2.2.3 PRIMEIRO LIMIAR DE LACTATO (LL1)

O lactato exerce importante função na rota metabólica, pois além de sinalização muscular durante o exercício, o lactato é um importante substrato de energia para o corpo (HALL, *et al.*, 2016).

Apesar do lactato ser uma ferramenta importante e útil na avaliação da condição física a improbidade das técnicas de obtenção do limiar de lactato podem limitar a sua aplicabilidade, mesmo sendo um bom indicador das condições metabólicas. Entretanto, se a técnica utilizada for adequada ele permite identificar a intensidade em que a [La] passa a aumentar exponencialmente, possibilitando otimizar o desempenho em atividades de característica aeróbia (MENDES *et al.*, 2013).

O primeiro limiar de lactato é identificado na intensidade do exercício que ocorre o início da produção de lactato sanguíneo. Esta identificação pode ter diversas nomenclaturas, dentre elas, limiar de metabolismo anaeróbio (WASSERMAN; MCILROY, 1964), limiar láctico (DAVIS *et al.*, 1976), limiar aeróbio (KINDERMANN; *et al.*, 1979), OBLA (Início do acúmulo de lactato no plasma sanguíneo) (FARRELL *et al.*, 1979), limiar ventilatório 1 (LV1) (ORR *et al.*, 1982) e LL (HAGBERG; COYLE, 1983).

2.2.4 SEGUNDO LIMIAR DE LACTATO (LL2)

O segundo limiar de Lactato (LL2) foi proposto inicialmente por Skinner e Mclellan (1980), os autores observaram dois pontos de ruptura nas concentrações de lactato, além de um primeiro ponto onde ocorre um aumento em relação aos valores de repouso foi relatado um segundo ponto onde a taxa de produção excede a remoção do lactato sanguíneo durante o esforço.

O LL2 é identificado no momento de maior intensidade do exercício em que exista equilíbrio entre a remoção e a produção do lactato, imediatamente antes de um aumento abrupto, e poderá estar relacionado à máxima fase estável de lactato (KINDERMANN *et al.*, 1979; SJODIN; JACOBS, 1981; SMITH; JONES, 2001; SVEDAHL; MACINTOSH, 2003).

Dentre algumas metodologias utilizadas na identificação do LL₂, as mais usuais são o uso das concentrações fixas de 4 mmol.l⁻¹ (LL₄) (BENTLEY *et al.*, 2001,

GARCIA-TABAR *et al.*, 2017), o limiar anaeróbio individual (IAT) (BALDARI; GUIDETTI, 2000), LV_2 e limiar de lactato $D_{m\acute{a}x}$ ($LLD_{m\acute{a}x}$) (CZUBA *et al.*, 2009; PALLARÉS *et al.*; 2016; FORSYTH *et al.*, 2017; ELMER, TONEY, 2018).

2.3 PONTO DE DEFLEXÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

O ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) é um fenômeno que representa a quebra da linearidade da frequência cardíaca durante um teste incremental (Brooke & Hamley, 1972).

O PDFC vem sendo investigado há alguns anos e alguns autores sugerem que ele se relaciona com um aumento da função miocárdica no exercício (Bodner & Rhodes, 2000). Durante um teste de cargas progressivas a fração de ejeção do ventrículo esquerdo atinge valores máximos antes do final do teste, fator responsável pela quebra da linearidade da curva (POKAN *et al.*, 1993).

Em seus estudos, Conconi *et al.* (1982) avaliou 10 atletas em pista e encontrou uma correlação de 0,99 entre o PDFC e o L_{an} . Este estudo foi o precursor de inúmeras pesquisas envolvendo o ponto de deflexão da frequência cardíaca e os limiares de transição. Em um estudo com ciclistas de estrada, foi observado que a potência no LL ($238 \pm 27W$) foi menor comparada ao PDFC ($315 \pm 31W$), entretanto na concentração fixa de $3mmol^{-1}$ a potência foi similar ao PDFC, com uma correlação significativa entre as variáveis ($r=0,69$) (Burgois *et al.*, 2004). Vachon, Bassett & Clarke (1999) avaliaram 8 indivíduos em quatro diferentes testes para determinação do LL e apesar de terem encontrado correlação entre as variáveis ($r=0,68$) houveram diferenças significativamente diferentes nas intensidades de ocorrência do PDFC e LL ($P < 0,05$).

Burgois e colaboradores (2004) submeteram ainda, os atletas a um protocolo contínuo na intensidade do PDFC, a fim de observar o comportamento das variáveis fisiológicas, entretanto, apenas 4 dos 11 avaliados apresentaram um comportamento estável do lactato, ou seja, a intensidade sugerida pelo PDFC não era equivalente entre os indivíduos, possivelmente uma limitação do método de mensuração do PDFC, que foi realizado por inspeção visual.

O PDFC também foi eficiente para estimar o LL em ciclistas de estrada através de um modelo matemático de duas linhas de tendência lineares onde o ponto de

interseção era considerado o PDFC. Este ponto foi encontrado na mesma carga relativa e absoluta do OBLA, demonstrando a eficiência do método (Lúcia *et al.*, 2002).

Apesar de inúmeros estudos terem avaliado e reportado eficiência do PDFC pelo método de inspeção visual, sabe-se que em alguns casos a quebra da linearidade é muito discreta, até mesmo para pesquisadores experientes (Bourgois *et al.*, 2004; Conconi *et al.*, 1982; Vachon *et al.*, 1999). A fim de sanar esta limitação, foi proposto um método matemático que permite identificar este ponto em todos os sujeitos. O método D_{máx} utiliza os valores de frequência cardíaca iguais ou superiores a 140 bpm em um gráfico em função da intensidade. Ligam-se o primeiro ponto e o último ponto do gráfico através de uma linha de tendência linear e todos os pontos da curva são ligados por uma linha de tendência polinomial de terceira ordem, em seguida é mensurado matematicamente a maior diferença entre as linhas, a este ponto é atribuído o PDFC.

Conde *et al.*, (2014) demonstrou através do método D_{máx} similaridade na intensidade de ocorrência do PDFC com o OBLA em um teste progressivo em esteira ($91,8 \pm 3,9$ %FC_{máx} e $88,6 \pm 2,3$ %FC_{máx}, respectivamente. $P > 0,05$), e posteriormente, em 2016, o autor avaliou 11 atletas de basquetebol em teste de campo (Yo-Yo Intermittent Recovery Test nível 1) e em esteira ergométrica (velocidade inicial de 6km/h com incrementos de 1km/h a cada 2 minutos). No teste de campo o PDFC foi encontrado em apenas 6 avaliados através do método D_{máx} enquanto que no teste de esteira o modelo matemático foi eficiente para a predição do PDFC em todos os indivíduos.

2.4 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

O conceito de esforço percebido surgiu a fim de mensurar o esforço em geral, e então, foi aplicado ao esporte. Na década de 50 surgiram os estudos pioneiros sobre o tema utilizando de experiências como âncoras para abordar a percepção do esforço, tais como dor, falta de ar, fadiga, sensação de calor, bem como a sensação subjetiva de peso e gravidade, vigília, força e intensidade de exercício (BORG, 2000). A partir disso, surgiu a escala de esforço percebido de Borg de 0-20 pontos, que após estudos e melhorias se transformou na primeira escala apresentada no meio acadêmico como

a escala de 6 a 20 pontos de Borg, que abriu as portas para o surgimento de mais escalas como OMNI, Borg CR-10 e Borg CR-100 (BORG, 1962; BORG, 1971).

A PSE foi sugerida como uma marcadora da intensidade do exercício físico por responder principalmente às adaptações da frequência cardíaca e lactato durante a atividade, entretanto, este fenômeno não é observado em diferentes intensidades, uma vez que a percepção de esforço aumenta de forma linear mesmo em intensidades em que esses marcadores fisiológicos encontram-se estáveis (Pinheiro *et al.*, 2014).

Existem diversas maneiras de mensurar e interpretar a intensidade de um exercício. A partir da física, podemos dimensionar nos valendo da força, energia, velocidade, torque, etc. Fisiologicamente podemos definir valores absolutos e/ou relativos, utilizando de parâmetros como o VO₂, FC e outros. Subjetivamente podemos avaliar a intensidade do exercício segundo a percepção que o indivíduo tem do próprio exercício, a vantagem deste método de quantificar a carga é que a resposta obtida é diretamente individualizada (BORG, 2000).

A literatura apresenta dois modelos de regulação psicofisiológica da PSE, o primeiro deles sugere que a percepção do esforço acontece primeiro nas estruturas cerebrais e é modulado por alterações fisiológicas na periferia (NOAKES, ST CLAIR GIBSON, & LAMBERT, 2004; LAMBERT, ST CLAIR GIBSON, & NOAKES, 2005). O segundo modelo, por sua vez, sugere que a PSE é o resultado das informações provenientes da periferia, ou seja, o SNC monitora as alterações periféricas induzidas pelo esforço, como FC, lactato, temperatura, etc (BISHOP, DE VRIJER, & MENDEZ-VILANUEVA, 2010; ABBISS & PEIFFER, 2010; MARCORA, 2011; AMANN & SECHER, 2010).

Enquanto que o SNC apenas cria uma resposta referente a intensidade do esforço experimentado pelo indivíduo, as alterações fisiológicas periféricas modulam a PSE ao longo do exercício, podendo assim, inferir a tolerância do praticante ao exercício em determinada intensidade (PINHEIRO, VIANA e PIRES, 2014).

2.5 LPSE

A PSE tem mostrado a sua validade para monitorar a intensidade do exercício em variadas situações, seja no esporte/exercício ou não. As escalas vêm sendo utilizadas no controle de intensidade da atividade física para indivíduos ativos

(saudáveis), patológicos e atletas (CRYTZER *et al.*, 2018; GARNACHO-CASTAÑO *et al.*, 2018; HELMS *et al.* 2017; ZURUTUZA *et al.*, 2017).

Os estudos com a PSE vêm demonstrando correlações interessantes da variável psicofisiológica com variáveis de cunho fisiológico, tais como FC, $\%VO_{2máx}$, e lactato (FABRE *et al.*, 2013; FERREIRA *et al.*, 2014; GARBER *et al.*, 2011; ZAMUNÉR *et al.*, 2011). Scherr *et al.* (2013) encontrou associação entre os valores fixos de lactato (3 e 4 mmol) com valores fixos de PSE na escala de 6 a 20 pontos de Borg na identificação do segundo limiar anaeróbio de homens e mulheres, demonstrando assim a validade do instrumento para identificação do Lan. Entretanto, existe uma limitação acerca do uso de escores fixos para a predição dos LT, uma vez que eles não consideram a individualidade biológica dos sujeitos.

Nesse sentido, foi sugerido a utilização de um modelo matemático para encontrar o LL de cada sujeito, individualmente, possibilitando a identificação do LT através da percepção do esforço (CHENG *et al.*, 1992).

Esse modelo, nada mais é do que um ajuste gráfico das respostas perceptuais em função da intensidade do exercício, onde, é feito um ajuste polinomial de 3ª ordem passando por todos os pontos do gráfico, e um ajuste linear unindo o primeiro e o último ponto do gráfico, os valores encontrados são subtraídos ponto a ponto de acordo com o seu correspondente, e o maior valor (maior diferença) entre os ajustes corresponde ao limiar da PSE (LPSE ou $DmáxPSE$), e este valor associa-se ao segundo LL.

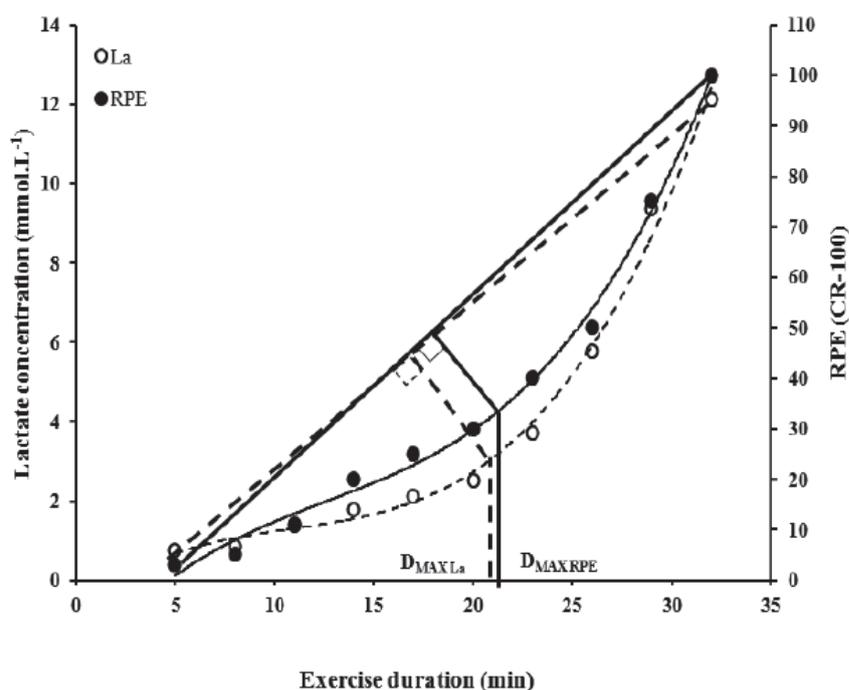


FIGURA 1. Identificação do limiar da PSE pelo método LPSE– maior distância perpendicular entre um ajuste polinomial de 3º ordem e um ajuste linear.

FONTE: Fabre *et al.*, (2013) – adaptado.

O método foi testado utilizando a escala CR-100 de Borg e confirmou a hipótese de validade na utilização do LPSE para a determinação individual do LL em homens e mulheres em ciclo ergômetro. O estudo avaliou 21 sujeitos e não encontrou diferenças significativas ($p > 0,05$) entre o $D_{máx}$ da PSE e o LL (Figura 01), além de apresentar uma forte correlação entre os métodos ($r=0,97$) (FABRE *et al.*, 2013).

Outro estudo, avaliou o método utilizando a escala de 10 pontos (CR-10) de Borg com indivíduos fisicamente ativos em ciclo ergômetro e também não encontrou diferenças significativas ($p \geq 0,05$) na intensidade de ocorrência do LPSE e LL identificados pelo método $D_{máx}$ (FERREIRA *et al.*, 2014). Similarmente Conde *et al.* (2014) encontraram intensidades similares ($p \geq 0,05$) no LPSE utilizando o modelo matemático e o LL através da concentração fica de 4mmol (OBLA). Os achados demonstram que o LPSE tem sensibilidade para acompanhar as alterações que surgem nas concentrações de lactato individuais de cada indivíduo (FABRE *et al.*, 2013).

2.6 ATIVIDADE FÍSICA E AFETO

O afeto vem sendo referido como um conjunto de emoções, humores, valências e experiências com relação a algo, estes sentimentos podem possuir caráter positivo ou negativo, de prazer ou desprazer (HALL; EKKEKAKIS; PETRUZZELLO, 2002; EKKEKAKIS, 2003). Com relação ao exercício o afeto é dependente do contexto em que a atividade física é vivenciada, assim a intensidade em que será praticado e o nível de aptidão física de quem irá praticar podem influenciar as respostas afetivas ao exercício (EKKEKAKIS, 2003; REED & ONES, 2006).

Neurofisiologicamente, os estímulos interoceptivos que chegam ao cérebro ligado às respostas afetivas provém de sinais aferentes dos barorreceptores, quimiorreceptores e mecanorreceptores localizados na periferia (CRAIG, 1996).

Considerando o elucidado, um dos principais determinantes das respostas afetivas durante um exercício é a intensidade na qual o exercício é praticado (ROSE; PARFITT, 2010). Em estudos que utilizaram como estimador da intensidade o limiar ventilatório (LV) demonstraram que em intensidades próximas (e abaixo) do LV as respostas afetivas ao exercício mantêm-se positivas enquanto que em intensidade superiores a valência afetiva foi menor, chegando a ser negativa em alguns casos (EKKEKAKIS; PETRUZZELLO, 1999; EKKEKAKIS; HALL; PETRUZZELLO, 2004; 2005; PARFITT; ROSE; BURGESS, 2006; ROSE; PARFITT, 2007; EKKEKAKIS; HALL; PETRUZZELLO, 2008).

Os sentimentos de prazer e bem-estar parecem ser os motivos mais fortes para a participação contínua a um programa de exercício que o conhecimento e crença nos benefícios de saúde da atividade física. A ideia de prazer durante o exercício pode indicar uma utilidade para o indivíduo, enquanto o desprazer um indicativo de perigo (EKKEKAKIS; HALL; PETRUZZELLO, 2005).

3.0 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Este estudo trata-se de um delineamento descritivo correlacional, de caráter transversal. Thomas, Nelson e Silverman (2009) descrevem que a pesquisa descritiva é um estudo de status e é amplamente utilizada nas ciências comportamentais. O seu valor está fundamentado no princípio de que os problemas podem ser resolvidos e as práticas melhoradas por meio da observação, análise e descrição objetivas e completas. O estudo correlacional é direcionado a determinar e analisar as relações entre as variáveis assim também como gerar previsões, podendo coletar dados sobre duas ou mais variáveis nos mesmos sujeitos. Contudo o estudo tem a intenção de identificar os limiares de transição fisiológica e suas respectivas intensidades de ocorrência para relacioná-las com as respostas afetivas durante um teste progressivo máximo de campo (velódromo) em praticantes de ciclismo (variável independente).

3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Para determinar o tamanho da amostra foi calculado por meio do *software* GPower®, considerando o estudo de Ferreira *et al.* (2014) que obteve um $r = .75$ de correlação entre limiar de lactato (LL) e o limiar de esforço percebido (DmáxPSE) em homens ativos. Foi adotado para este estudo um $r = .75$ um erro tolerável de 0,05 e um poder estatístico de 0,95. Portanto, o tamanho da amostra desejável para a obtenção de resultado significativo é de 11 sujeitos. Considera-se uma possível perda amostral de 30%, tem-se então um número de 14 participantes para a pesquisa. Por esta razão, serão convidados a participarem do estudo 14 indivíduos, por amostragem intencional.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos local (Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná SCS/UFPR), credenciado pelo Conselho Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP, sob o parecer 25028619.0.0000.0102. Cada participante foi informado sobre os procedimentos e riscos a que foram submetidos. Em seguida, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido – TCLE (Apêndice 1) de acordo com a resolução nº 466/2012, concordando com a participação voluntária no estudo.

Os critérios de inclusão da pesquisa envolveram: (1) indivíduos do sexo masculino; (2) Ciclistas recreacionais da cidade de Curitiba, Paraná, Brasil; (3) Idade

de 20 a 45 anos. Os participantes deveriam: (4) estar treinando há, no mínimo, um ano, três vezes por semana e (5) apresentar do atestado médico para realização de atividades esportivas.

Como critérios de exclusão foram adotados: (1) praticantes que não conseguirem completar o protocolo de teste, não conseguir completar 5 estágios; (2) que contenham históricos por autorrelato de lesões musculoesqueléticas e/ou ortopédicas recentes; (3) que possuam patologias cardiorrespiratórias e (4) desistirem ou por livre vontade desejarem sair do protocolo de pesquisa.

3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

3.3.1 DESENHO EXPERIMENTAL

Os atletas selecionados foram conduzidos ao participar de um estudo transversal, que consiste na realização de um teste progressivo máximo de campo para a identificação dos LTs.

Ao entrar em contato com os praticantes, os mesmos foram orientados a não ingerirem bebidas alcoólicas e/ou a base de cafeína, a consumirem refeições leves até duas horas antecedentes ao exercício, além de evitar atividades físicas vigorosas nas 24 horas antecedentes ao teste.

O estudo teve dois momentos, o primeiro consistiu em uma avaliação laboratorial da composição corporal (peso corporal, estatura e dobras cutâneas) e o segundo momento consistiu na realização de um teste progressivo máximo de campo (velódromo) onde foram coletados a cada estágio do teste os valores de FC, percepção subjetiva de esforço, afeto e lactato.

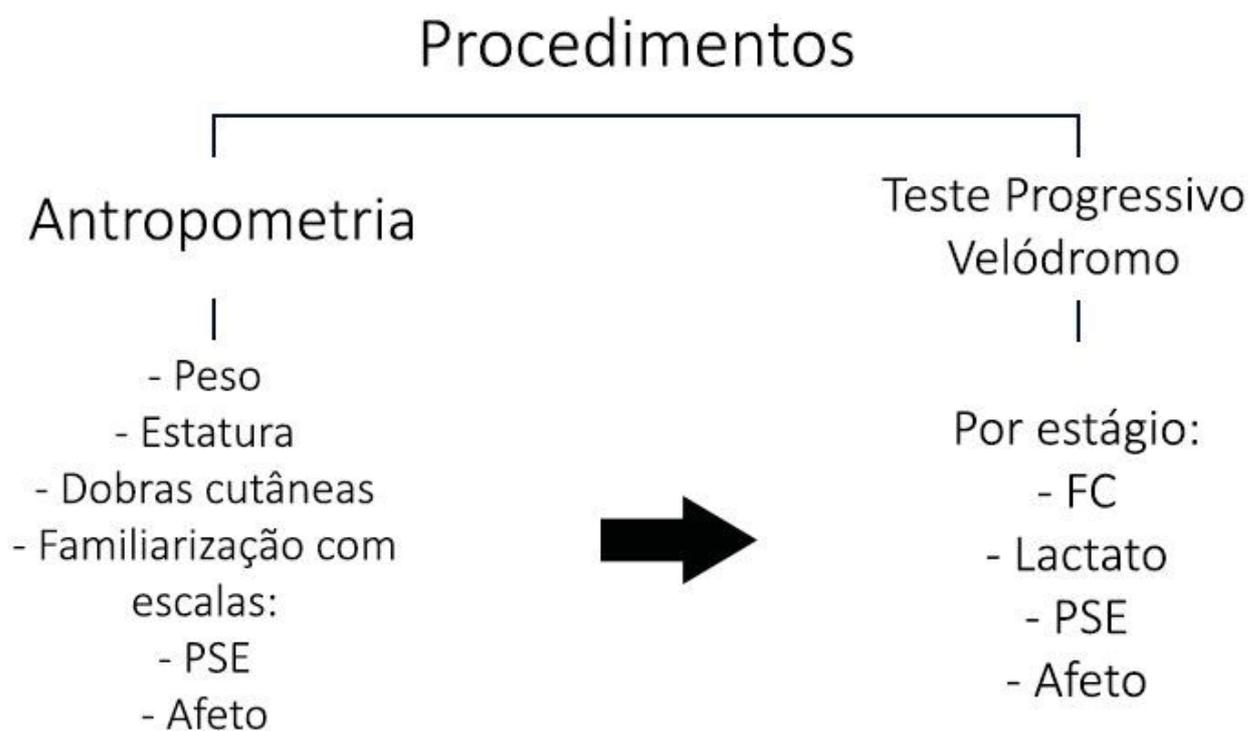


FIGURA 2. Descrição do desenho da pesquisa

FONTE: Própria.

3.3.2 COMPOSIÇÃO CORPORAL

Para caracterização da amostra, foram coletados dados de massa e estatura por meio de uma balança da marca Toledo® (modelo 2096 Pp Standard) e estadiômetro da marca Sanny® (ES 2040). As medidas das dobras cutâneas foram coletadas nas seguintes regiões do corpo – subescapular, tricipital, peitoral, axilar média, supra ilíaca, abdominal e coxa medial – mensuradas através do compasso Harpenden® (Harpenden Instruments, Marsden, UK), sendo a densidade calculada a partir do protocolo proposto por Jackson; Pollock (1978) para atletas e o percentual de gordura (%G) pelo protocolo proposto por Siri (1961), respectivamente:

$$\begin{aligned}
 & \text{“}D = 1.112 - (0.00043499 \times \Sigma(SB, TR, PT, AXM, SI, AB, CXM)) + (0.00000055 \\
 & \times \Sigma(SB, TR, PT, AXM, SI, AB, CXM)) \times \Sigma(SB, TR, PT, AXM, SI, AB, CXM) - \\
 & (0.00028826 \times Idade)\text{”}
 \end{aligned}$$

Onde, D é densidade, Σ é soma das dobras SB (subescapular), TR (tricipital), PT (peitoral), AXM (axilar média), SI (supra ilíaca), AB (abdominal), CXM (coxa medial) e a idade deve ser em anos.

$$\%G = (4.95/D) - 4.5) \times 100$$

Onde, %G é percentual de gordura e D é densidade calculada através da fórmula anterior.

3.3.3 FREQUÊNCIA CARDÍACA

A Frequência cardíaca foi coletada imediatamente ao final de cada estágio através de um cardiofrequencímetro (Garmin Forerunner 935) e até a exaustão voluntária máxima ou até que o avaliado não consiga completar os estágios propostos.

3.3.4 LACTATO SANGUÍNEO

A cada 3 voltas os ciclistas realizaram uma pausa de 1 minuto para a coleta sanguínea que foi obtida por meio de tiras reagentes (Nova Biomedical Waltham, MA 02454 USA), sendo coletado 0,7 μ l de sangue requerido pelo aparelho, por meio de materiais descartáveis (perfuradores e capilares), sendo analisadas através de um lactímetro portátil (Lactate Plus – L⁺, Nova Biomedical, USA). A coleta de sangue foi feita ao final de cada estágio até a exaustão voluntária ou até que o avaliado não conseguisse completar os estágios propostos.

3.3.5 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO E AFETO

A escala de Percepção Subjetiva De Esforço utilizada foi a Category Ratio-10 (CR-10) de Borg (1982). Os avaliados foram previamente familiarizados com a escala, que lhes fora explicada e eventuais dúvidas sanadas. Ao final de cada estágio o avaliador, portando a escala em mãos, perguntou ao avaliado: “Qual a sua sensação em relação ao seu esforço?”. O avaliado indicava uma ancoragem verbal e em seguida um número correspondente a intensidade experimentada, e ainda, ficara livre para escolher números decimais (e.g 0.8; 2.3).

A Escala de Valência Afetiva (HARDY & REJESKI, 1989) (ANEXO 2) foi mostrada e explicada anteriormente ao teste. No teste ela foi re-apresentada e re-explicada aos avaliados, assim como a CR-10 de Borg. Então, no decorrer do teste, o

avaliado era solicitado a indicar como estava se sentindo em relação de prazer e desprazer ao exercício, sempre ao término de cada estágio.

As instruções utilizadas para a coleta dos valores de afeto foram:

“Use os números nesta escala para nos indicar como o seu corpo está se sentindo durante este exercício. Se você estiver sentindo o exercício como muito bom (prazeroso ou confortável), então o número correspondente será +5. Se você estiver sentindo o exercício como muito ruim (desprazeroso ou desconfortável), então o número correspondente será - 5. Se você estiver se sentindo de maneira neutra (entre o prazer e desprazer /conforto e desconforto), então o número correspondente será 0.”

3.3.6 TESTE PROGRESSIVO NO VELÓDROMO

O teste progressivo no velódromo consiste em protocolo com velocidade inicial de 20 km.h^{-1} com incrementos de 2 km.h^{-1} a cada mil metros (3 voltas no velódromo), com 1 minuto de pausa entre os estágios para coleta do lactato.

A velocidade foi controlada na bicicleta a partir de um ciclocomputador acoplado ao guidão para controle do avaliado. Para o controle do avaliador foi utilizado o controle do tempo de cada volta, considerando que, sabe-se a velocidade pré-estipulada por estágio e a distância a ser percorrida em cada volta.

O avaliado teve uma área de tolerância de 10 metros para mais ou para menos em relação ao ponto calculado em que deveria estar, tendo que, obrigatoriamente, estar dentro da “área de passagem” neste momento (tempo) do teste, se o avaliado não alcançasse a área de tolerância por três vezes consecutivas no mesmo estágio, o teste foi considerado completo e utilizou-se a velocidade do último estágio completo.

No velódromo foi determinado uma área para realização das coletas de maneira que a cada 3 voltas (mil metros) o avaliado recebia um sinal sonoro indicando que deve parar para a coleta de frequência cardíaca, amostra sanguínea, percepção subjetiva de esforço e afeto.

3.3.7 DETERMINAÇÃO DOS LIMIARES DE TRANSIÇÃO FISIOLÓGICA

3.3.7.1 LIMIAR DE LACTATO

O LL foi determinado seguindo o $LL_{Dmáx}$. – definido através da máxima diferença entre um ajuste polinomial de 3ª ordem e um ajuste linear ligando os extremos da curva formada pela relação entre lactato/carga (CHENG *et al.*, 1992).

3.3.7.2 LIMIAR DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

A PSE foi mensurada por meio da Escala CR-10 de BORG (1982), através da seguinte pergunta: “Qual é a sua sensação em relação ao seu esforço?”. Houve anteriormente ao teste, uma familiarização dos indivíduos com a escala, instruindo-os a seguirem as ancoragens propostas pelo protocolo. Os participantes responderam em relação ao seu esforço percebido a cada estágio durante a realização do teste. A determinação do LPSE seguiram o modelo proposto por FABRE *et al.* (2013). Os pontos gerados pela relação entre os escores da PSE *versus* a intensidade foram plotados em um gráfico. Sendo assim, foi realizado um ajuste linear que liga os pontos extremos da curva e um ajuste polinomial de 3ª ordem ligando todos os pontos da curva. O LPSE refere-se à maior diferença ($D_{máx}$) observada entre os dois ajustes. A reprodutibilidade do método se faz pelos diferentes estudos que o utilizaram e que foram citados no referencial teórico do presente projeto (CONDE *et al.*, 2014; FERREIRA *et al.*, 2015; FERREIRA *et al.*, 2014, COSTA, 2017).

3.3.7.3 PONTO DE DEFLEXÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

O PDFC foi determinado de acordo com o proposto de Kara *et al.* (1996). Todos os valores de FC ≥ 140 bpm foram plotados a cada estágio em função da velocidade. Foi feito um ajuste linear, ligando os dois extremos da curva de FC (i. e. primeiro e último valor), e um ajuste polinomial de terceira ordem, passando por todos os pontos da curva. A maior distância entre o ajuste polinomial de terceira ordem e o linear foi considerada como o PDFC.

3.3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi analisada através do teste *Shapiro-Wilk*. As variáveis com distribuição normal foram expressas em média \pm desvio padrão. Para a comparação dos dados identificados nos limiares foi utilizado o teste de análise de variância de uma via (ANOVA *one-way*) ou o seu correspondente para amostras não paramétricas *Kruskal-Wallis*. Foi utilizado o teste *post hoc* de *Tukey* para identificar as diferenças encontradas. Para dados paramétricos, a análise da relação entre os limiares foi feita através da correlação simples de Pearson e, para dados não paramétricos será utilizado o teste de correlação de Spearman. Os gráficos de limites de concordância de Bland & Altman (1983) também foram utilizados para a análise de concordância entre os métodos. Em todas as análises o nível de significância foi de $p \leq 0.05$ e, o *software* utilizado foi o IBM® SPSS® *Statistics Version 20.0* (Nova Iorque, Estados Unidos). Os gráficos foram constituídos no *software* GraphPad Prism (GraphPad 7.0).

4.0 RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a caracterização da amostra, os dados são expressos em medidas de tendência central e dispersão (média \pm desvio padrão).

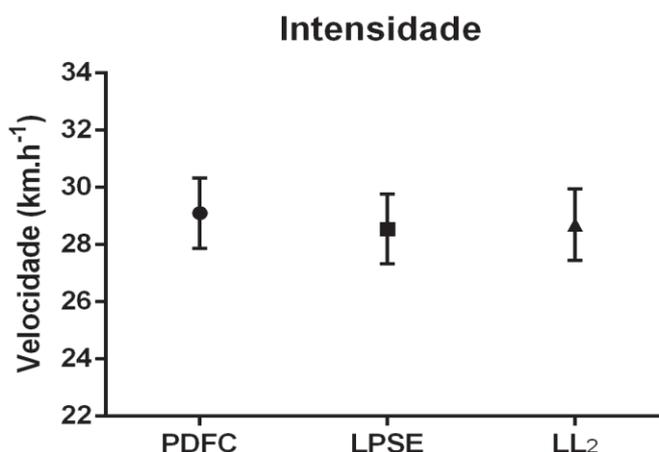
TABELA 1 – Caracterização da amostra.

Variáveis (n = 14)	Média \pm DP
Idade (anos)	24.14 \pm 4.4
Estatuta (cm)	176.79 \pm 6.44
Massa corporal (kg)	78.49 \pm 8.31
Gordura corporal (%)	12.51 \pm 4.57

Legenda: cm- centímetros; kg- quilogramas;

O Gráfico 1 apresenta estatística descritiva com medidas de tendência central, dispersão para as comparações múltiplas entre os métodos de identificação do LT₂ a partir da variável dependente (velocidade em km/h). Não foi identificado significância estatística ao comparar os três métodos ($F_{(2)} = 0.383$; $p = 0.684$).

GRÁFICO 1 – Comparação de métodos na intensidade de ocorrência do LT₂.



Legenda: km.h⁻¹: quilômetros por hora; PDFC: ponto de deflexão da frequência cardíaca; LPSE: limiar da percepção subjetiva de esforço; LL₂: segundo limiar de lactato.

A Tabela 2 apresenta estatística descritiva com medidas de tendência central e dispersão para os valores de velocidade de ocorrência do segundo limiar de transição fisiológica (LT₂), em cada método (PDFC, LPSE, LL₂) utilizado no presente estudo, com os valores de ocorrência do segundo LT a partir das medidas fisiológicas (FC, [LA]) e psicofisiológicas (PSE). Em adição, a Tabela 2 mostra o valor relativo da velocidade no momento de ocorrência dos limiares.

TABELA 2 – Valores absolutos e relativos da velocidade de ocorrência do LT₂.

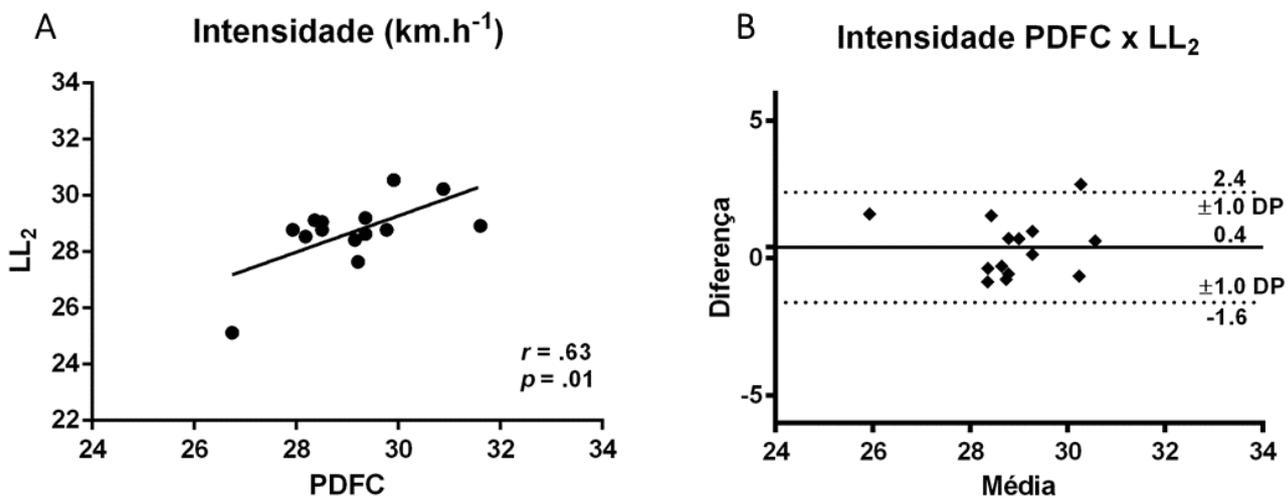
Variáveis (n = 14)	PDFC	LPSE	LL ₂
Velocidade (km.h ⁻¹)	29.1±1.2	28.5±1.2	28.7±1.2
%Velocidade	81.5±2,7	80.0±4.0	80.4±1.73

Legenda: km.h⁻¹: quilômetros por hora; PDFC: ponto de deflexão da frequência cardíaca; LPSE: limiar da percepção subjetiva de esforço; LL₂: segundo limiar de lactato.

Os gráficos abaixo apresentam a correlação e significância estatística entre os métodos de identificação do LT₂ e os respectivos gráficos de concordância das correlações obtidas. O grau e significância da correlação estão descritas no gráfico de correlação. Os gráficos de concordância são compostos pela média da diferença (viés) e os limites de concordância.

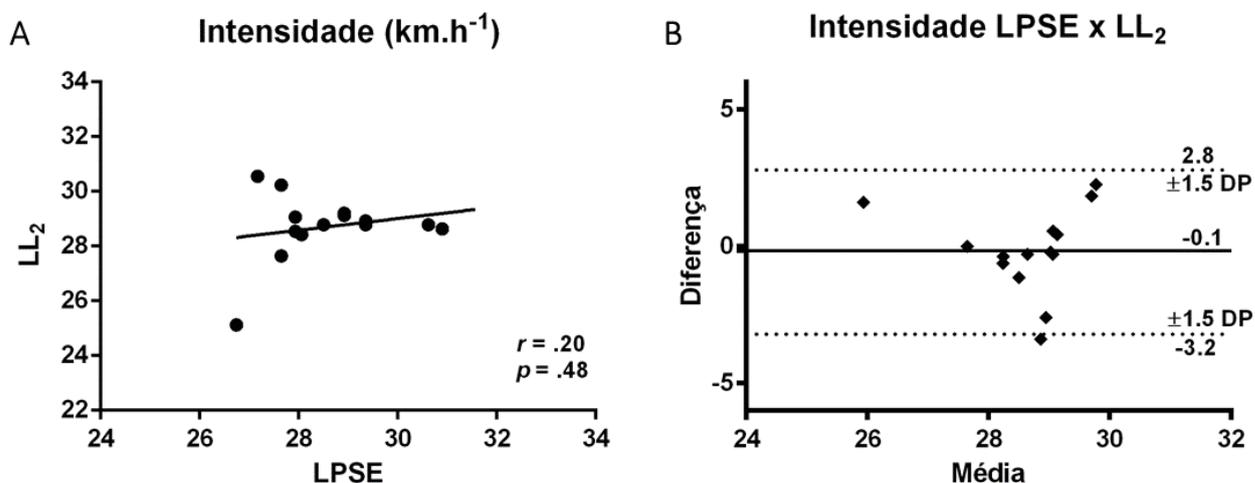
O Gráfico 2 apresenta correlação entre o método PDFC e o método LL₂. Foi encontrado uma correlação de $r = .63$, com significância estatística ($p = 0.01$). A média da diferença foi de 0.4 ± 1.0 , com limites de concordância de -1.6 a 2.4 .

GRÁFICO 2 – Correlação (A) e concordância (B) entre PDFC e LL₂.



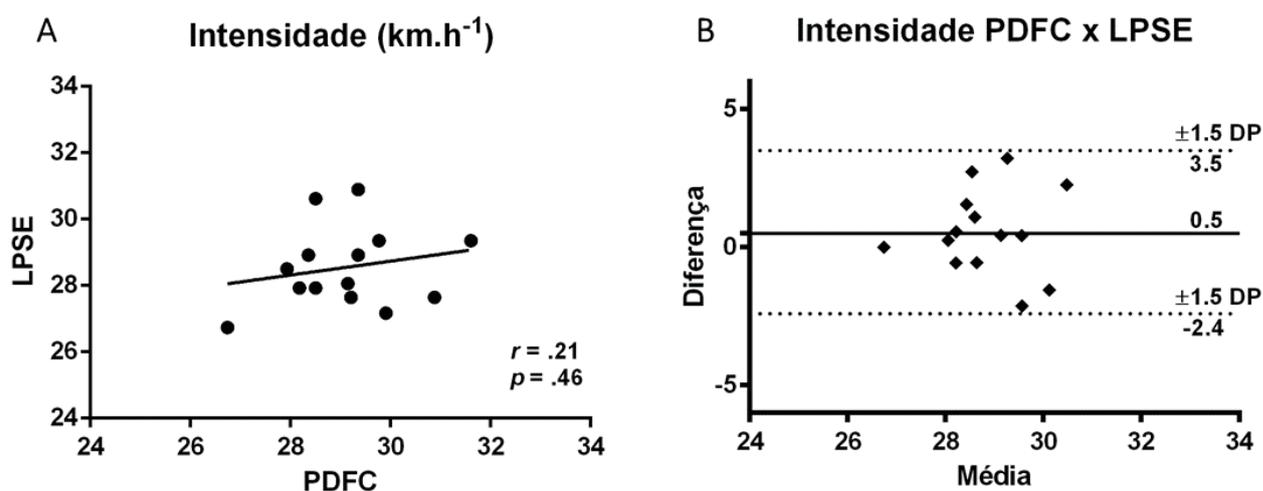
Legenda: km.h⁻¹: quilômetros por hora; PDFC: ponto de deflexão da frequência cardíaca; LL₂: segundo limiar de lactato; r: grau de correlação; p: significância estatística; DP: desvio padrão.

O Gráfico 3 apresenta correlação entre o método LPSE e o método LL₂. Foi encontrado uma correlação de grau fraco ($r = .20$) sem significância estatística ($p = 0.48$). A média da diferença foi de -0.1 ± 1.5 , com limites de concordância de -3.2 a 2.8 .

GRÁFICO 3 - Correlação (A) e concordância (B) entre LPSE e LL₂.

Legenda: km.h⁻¹: quilômetros por hora; LPSE: limiar da percepção subjetiva de esforço; LL₂: segundo limiar de lactato; r: grau de correlação; p: significância estatística; DP: desvio padrão.

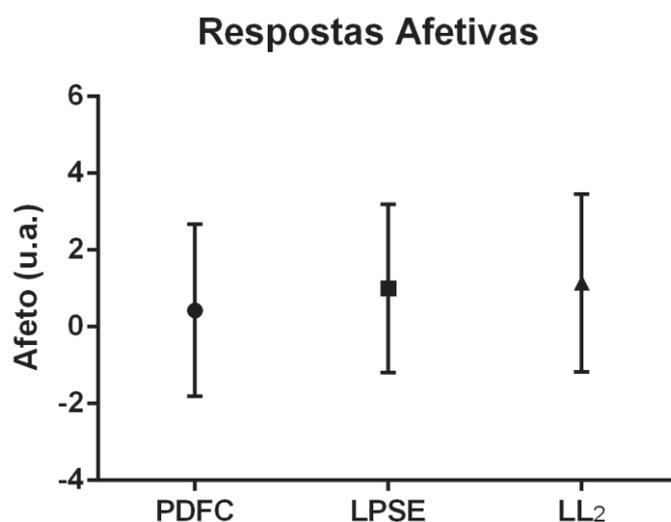
O Gráfico 4 apresenta correlação entre o método PDFC e o método LPSE. Foi encontrado uma correlação de grau fraco ($r = .21$) sem significância estatística ($p = 0.46$). A média da diferença foi de 0.5 ± 1.5 , com limites de concordância de -2.4 a 3.5.

GRÁFICO 4 - Correlação (A) e concordância (B) entre PDFC e LPSE.

Legenda: km.h⁻¹: quilômetros por hora; PDFC: ponto de deflexão da frequência cardíaca; LPSE: limiar da percepção subjetiva de esforço; r: grau de correlação; p: significância estatística; DP: desvio padrão.

O Gráfico 5 apresenta média e desvio padrão para as respostas afetivas reportadas pelos indivíduos na intensidade de ocorrência do LT₂ de acordo com cada método de identificação do mesmo. Não foram identificadas diferenças significativas entre as respostas afetivas dos indivíduos na intensidade de ocorrência do LT₂ ($F(2) = 0.395$; $p = 0.67$).

GRÁFICO 5 – Respostas afetivas para os métodos de identificação do LT₂ em seu momento de ocorrência.



Legenda: u.a.: unidades arbitrárias; PDFC: ponto de deflexão da frequência cardíaca; LL₂: segundo limiar de lactato; LPSE: limiar da percepção subjetiva de esforço.

5.0 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar a eficácia da utilização do método LPSE e PDFC para predição dos LTs em praticantes recreacionais de ciclismo, e verificar a relação da intensidade de ocorrência do LT₂ com as respostas afetivas nesses praticantes. Os principais achados mostram que não houveram diferenças estatisticamente significativas na intensidade de ocorrência do LT₂ independentemente do método utilizado, contudo, ao relacionarmos a intensidade de ocorrência com os métodos utilizados, nenhum método obteve correlação significativa com a intensidade de ocorrência. Ao relacionarmos os métodos, há uma correlação

moderada ($r = .63$) significativa ($p = 0.01$) entre o método a partir da frequência cardíaca (PDFC) com o método invasivo de identificação do LT₂ (LL₂). Em adição, as respostas afetivas não mostraram diferenças significativas na intensidade de ocorrência do LT₂, sendo a média de cada método alternando entre as ancoragens de “Neutro” e “Razoavelmente bem”.

Conforme o exposto por estudos recentes, os métodos LPSE e PDFC vêm sendo sugeridos como bons preditores dos LTs (ERDOGAN *et al.*, 2010; FABRE *et al.*, 2013; FERREIRA *et al.*, 2014; IRVING *et al.*, 2006; ZAMUNÉR *et al.*, 2011). Fabre *et al.* (2013), foi o primeiro a propor a aplicação do modelo matemático à curva de PSE, para achar o LPSE. Esse modelo mostrou uma alta correlação ($r = 0,97$) entre a intensidade de ocorrência do LPSE com o LL. Nesse sentido, o uso do LPSE para a detecção dos limiares de transição se mostrou eficaz, confiável, reproduzível e sem o uso de técnicas invasivas, apesar de nossos achados não corroborarem com o mesmo (CHENG *et al.*, 1992). Adicionalmente, Ferreira *et al.* (2014) avaliaram indivíduos fisicamente ativos em teste progressivo máximo no ciclo-ergômetro em duas condições dietéticas para comparar o LPSE ao LL. A condição utilizada para o grupo dieta controle foi de 60% carboidrato e o grupo dieta com baixo teor de carboidrato foi de 20% carboidrato. Esse estudo mostrou que as variáveis fisiológicas (carga absoluta e relativa juntamente com a FC absoluta e relativa) e o método LPSE e LL não foram estatisticamente diferentes, e apontam correlação significativa ($r = .75$; $p < .05$) para a intensidade de ocorrência em ambos os métodos.

Além disso, Conde *et al.* (2014) submeteram 9 indivíduos fisicamente ativos a um teste progressivo máximo, onde foi mostrado que o PDFC e LPSE foram encontrados em intensidades similares ao LL, porém não observaram correlações entre o LPSE e o LL ($r = 0,15$), somente entre o PDFC e o LL ($r = 0,87$). Em adição, esses mesmos autores encontraram correlação baixa e sem significância quando analisado os métodos não invasivos LPSE ao PDFC ($r = .07$). Os resultados supracitados suportam, parcialmente, os observados no presente estudo.

Nossos dados para classificação de afeto no LT₂ durante o protocolo usado mostraram que os sujeitos indicaram como neutro (0) para razoavelmente bem (+1). Além disso, encontramos para o LPSE 4.3; FC 164 bpm; LL 5.0 mmol.L⁻¹, valores psicofisiológicos que correspondem a um exercício moderado para forte em pessoas treinadas. Ademais, não foram observadas diferenças na classificação afetiva entre

métodos. De fato, os impulsos psicológicos e motivacionais são responsáveis pela regulação do desempenho no exercício, além de determinar os objetivos e limites de uma tarefa (GIBSON; SWART; TUCKER, 2018).

Assim, essas relações são explicadas através de um “*drive*” fisiológico e um “*drive*” psicológico que respondem através de mecanismos que fazem com que o indivíduo indique esses valores de ancoragem nas escalas correspondentes a essa intensidade. Esses “*drives*” são representados através da integração entre receptores nos músculos esqueléticos e sistema cardiopulmonar, a qual é transmitida por sinais sensoriais (BORG, G. A., 1982). Assim, durante a execução da tarefa, as sinalizações estimuladas por metabolitos (pH, acidose muscular e sanguíneo, catecolaminas) e fatores externos (temperatura e altitude) são interpretadas em forma de *feedback* pelo cérebro. Após isso, o cérebro envia uma resposta para os músculos e órgãos em forma de *feedforward*, o qual possibilita a identificação do nível de dificuldade da atividade (NOAKES; PELTONEN; RUSKO, 2001; GIBSON; SWART; TUCKER, 2018). Dessa forma, os aumentos da atividade simpática, modulam a cinética da PSE (NOAKES, 2010), e também da FC. Ademais, esses mecanismos mostram que a avaliação do esforço percebido mostra-se intimamente relacionada aos parâmetros periféricos metabólicos ([La]), bem como aos sinais centrais, envolvendo FC (SCHERR *et al.*, 2013) e ventilação, que atuam como amplificadores e potencializadores da percepção de esforço durante exercícios dinâmicos (ROBERTSON, 1981). Em adição, estudos prévios corroboram com o presente estudo, onde a FC apresentou um comportamento similar às [LA], por mecanismos já supracitados (BORG, 1982; SCHERR *et al.*, 2013; ESTON; REILLY, 2009).

Com isso, nosso estudo mostrou que a aplicabilidade prática por meio de medidas fisiológicas em teste realizado em campo com ciclistas recreacionais é de suma importância, visto que se torna um método não invasivo e eficaz para controle e prescrição do treinamento. Além disso, alguns de nossos dados corroboram com a literatura, assim como, outros de nossos achados divergem de outros estudos. Nesse sentido, protocolo utilizado, individualidade, zonas de treinamento, descanso e glicogênio muscular fazem com que os resultados sejam diferentes (CONDE *et al.*, 2016; ESTON; REILLY, 2009).

Por fim, sugere-se futuros estudos que avaliem as mesmas medidas com um número amostral de maior representatividade, além de estudos para validação do

teste progressivo máximo em velódromo, específico para ciclistas recreacionais ou altamente treinados. Em adição, sugere-se futuros estudos que avaliem e realizem sessões de treinamento utilizando ambas medidas não-invasivas a fim de detectar possíveis alterações oriundas do treinamento, buscando identificar se alguma das medidas possui cinética distinta uma da outra, podendo assim alterar o padrão de prescrição e monitoramento do treinamento, auxiliando pesquisadores e profissionais das ciências do esporte na tomada de decisões.

6.0 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstra, que a aplicação dos métodos LPSE e PDFC foram encontrados na mesma intensidade do LL₂, em ciclistas recreacionais, durante um teste progressivo em pista. Além disso, as relações afetivas não foram diferentes entre os métodos alternativos para o LL₂. A utilização do PDFC parece ser mais precisa quando comparada ao limiar da PSE, além de não apresentar diferenças estatisticamente significativas, também apresenta correlação significativa.

7.0 REFERÊNCIAS

- ABBISS, Chris R.; PEIFFER, Jeremiah J. The influence of afferent feedback, perceived exertion and effort on endurance performance. *Journal of Applied Physiology*, v. 108, n. 2, p. 458-468, 2010.
- ALTMAN, Douglas G.; BLAND, J. Martin. Measurement in medicine: the analysis of method comparison studies. *The statistician*, p. 307-317, 1983.
- AMANN, M.; SUBUDHI, A. W.; FOSTER, C. Predictive validity of ventilatory and lactate thresholds for cycling time trial performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 2006.
- AMANN, Markus; SECHER, Niels H. Point: Afferent feedback from fatigued locomotor muscles is an important determinant of endurance exercise performance. *Journal of Applied Physiology*, v. 108, n. 2, p. 452-454, 2010.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE et al. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams & Wilkins, 2013.
- ARSA, Gisela et al. Limiar anaeróbio a partir da p_{se} em exercício resistido por modelos matemáticos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 22, n. 2, p. 113-117, 2016.
- BACCHIERI, Giancarlo; GIGANTE, Denise Petrucci; ASSUNÇÃO, Maria Cecília. Determinantes e padrões de utilização da bicicleta e acidentes de trânsito sofridos por ciclistas trabalhadores da cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 21, p. 1499-1508, 2005.
- BALDARI, Carlo; GUIDETTI, Laura. A simple method for individual anaerobic threshold as predictor of max lactate steady state. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 32, n. 10, p. 1798-1802, 2000.
- BANISTER, E. W. Modeling elite athletic performance. *Physiological testing of elite athletes*, p. 403-424, 1991.
- BENTLEY, David J. et al. Peak power output, the lactate threshold, and time trial performance in cyclists. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 33, n. 12, p. 2077-2081, 2001.
- BERG, A. et al. Current aspects of modern ergometry. *Pneumologie (Stuttgart, Germany)*, v. 44, n. 1, p. 2, 1990.
- BILLAR, V. et al. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sports science. *Sport Med*, v. 33, n. 6, p. 407-26, 2003.

BISHOP, David; DE VRIJER, Aukje; MENDEZ-VILLANUEVA, Alberto. Both afferent feedback and psychobiological factors are important. *Journal of Applied Physiology*, v. 108, n. 2, p. 461-462, 2010.

BORG, Elisabet; KAIJSER, Lennart. A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, v. 16, n. 1, p. 57-69, 2006.

BORG, G. A. Perceived exertion on a note on history and methods. *Med Sci Sports*, v. 5, p. 90, 1973.

BORG, G. The perception of physical performance. *Frontiers of fitness*, p. 280-294, 1971.

BORG, G.; DAHLSTROM, H. A pilot study of perceived exertion and physical working capacity. *Acta Societatis Medicorum Upsaliensis*, v. 67, p. 21, 1962.

BORG, Gunnar A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med sci sports exerc*, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982.

BORG, Gunnar AV. *Physical performance and perceived exertion*. Lund: Gleerup, 1962.

BORG, Gunnar. *Escalas de Borg para a dor eo esforço: percebido*. Manole, 2000.

Brooke, J. D; Hamley, E. J. The Heart-Rate--Physical Work Curve Analysis for the Prediction of Exhausting Work Ability. *Medicine and Science in Sports*. v. 4, n. 1, p. 23-26, 1972.

BROOKS, George A. Bioenergetics of exercising humans. *Comprehensive Physiology*, 2012.

BROOKS, GEORGE A. Lactate doesn't necessarily cause fatigue: why are we surprised?. *The Journal of physiology*, v. 536, n. 1, p. 1-1, 2001.

CHENG, B. et al. A new approach for the determination of ventilatory and lactate thresholds. *International journal of sports medicine*, v. 13, n. 07, p. 518-522, 1992.

CLEMENTE, F. M. et al. Seasonal player wellness and its longitudinal association with internal training load: study in elite volleyball. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 2018.

CONDE, Juan Henrique Szymczak et al. Identification of the lactate threshold and the heart rate deflection point by the perceived exertion curve. *J Exerc Physiol Online*, v. 17, n. 3, p. 32-38, 2014.

- COSTA, Poliana de Lima. Predição dos limiares de transição fisiológica em corredores de montanhas a partir da curva de esforço percebido durante teste progressivo. 2017.
- COSTA, Vitor Pereira; NAKAMURA, Fábio Yuzo; DE OLIVEIRA, Fernando Roberto. Aspectos fisiológicos e de treinamento de mountain bikers brasileiros. *Rev Ed Fis*, v. 136, p. 5-11, 2007.
- CRAIG, A. D. Interoception: the sense of the physiological condition of the body. *Current opinion in neurobiology*, v. 13, n. 4, p. 500-505, 2003.
- CRAIG, Arthur D.; CRAIG, A. D. How do you feel--now? The anterior insula and human awareness. *Nature reviews neuroscience*, v. 10, n. 1, 2009.
- CRYTZER, Theresa M. et al. Exercise Prescription Using a Group-Normalized Rating of Perceived Exertion in Adolescents and Adults With Spina Bifida. *PM&R*, 2018.
- CZUBA, Miłosz et al. Lactate threshold (D-Max Method) and maximal lactate steady state in cyclists. *Journal of Human Kinetics*, v. 21, p. 49-56, 2009.
- DA FONSECA, Sueli Ferreira et al. Confiabilidade do limiar de lactato identificada pelo método visual. *Acta Fisiátrica*, v. 18, n. 1, p. 16-20, 2016.
- DAVIS, James A. et al. Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three modes of exercise. *Journal of Applied Physiology*, v. 41, n. 4, p. 544-550, 1976.
- DE HELSINQUE, Declaração. Princípios éticos para as pesquisas médicas em seres humanos. Associação Médica Mundial: 52^a Assembléia Geral, 2000.
- DE OLIVEIRA MELO, Mônica et al. Determinação do limiar de lactato utilizando a eletromiografia durante teste máximo progressivo. 2010. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília.
- DIAS, Marcelo RC et al. Self-Selected Training Load and RPE During Resistance and Aerobic Training Among Recreational Exercisers. *Perceptual and motor skills*, p. 0031512518774461, 2018.
- DIEFENTHAELER, Fernando et al. Comparação de respostas fisiológicas absolutas e relativas entre ciclistas e triatletas. *Rev Bras Med Esporte*, v. 13, n. 3, p. 205-208, 2007.
- DISHMAN, R.; SALLIS, J.; ORENSTEIN, D. The determinants of physical activity and exercise. *Public Health Rep* v. 100, n., p. 158-71, 1985.
- DOMAGALA, M. et al. Changes in a lactate, H⁺ ions and base excess concentrations during exercises of different intensities in relation to the phase of menstrual cycle. *BIOLOGY OF SPORT*, v. 18, n. 4, p. 311-319, 2001.

DUMKE, Charles L. et al. Heart rate at lactate threshold and cycling time trials. *Journal of strength and conditioning research*, v. 20, n. 3, p. 601, 2006.

EDWARDS, S. High performance training and racing. In: *The Heart Rate Monitor Book*, S. Edwards (Ed.). Sacramento, CA: Feet Fleet Press, 1993, p. 113–123.

EKKEKAKIS, P.; HALL, E. E.; PETRUZZELLO, S. J. Practical markers of the transition from aerobic to anaerobic metabolism during exercise: rationale and a case for affect-based exercise prescription. *Prev Med*, v. 38, n. 2, p. 149-59, Feb. 2004.

EKKEKAKIS, P.; PETRUZZELLO, S. J. Acute aerobic exercise and affect: current status, problems and prospects regarding dose-response. *Sports Med*, v. 28, n. 5, p. 337-74, Nov. 1999.

EKKEKAKIS, Panteleimon; HALL, Eric E.; PETRUZZELLO, Steven J. The relationship between exercise intensity and affective responses demystified: to crack the 40-year-old nut, replace the 40-year-old nutcracker!. *Annals of Behavioral Medicine*, v. 35, n. 2, p. 136-149, 2008.

EKKEKAKIS, Panteleimon; HALL, Eric E.; PETRUZZELLO, Steven J. Variation and homogeneity in affective responses to physical activity of varying intensities: an alternative perspective on dose-response based on evolutionary considerations. *Journal of sports sciences*, v. 23, n. 5, p. 477-500, 2005.

ELMER, David J.; TONEY, Marissa. Respiratory Rate Threshold Accurately Estimates the Second Lactate Threshold. *International journal of sports medicine*, v. 39, n. 04, p. 291-296, 2018.

ERDOGAN, A.; CETIN, C.; KARATOSUN, H.; BAYDAR, M. Non-invasive indices for the estimation of the anaerobic threshold of oarsmen. *Journal of International Medical Research*, v. 38, n. 3, p. 901-915, 2010.

ESTON, R. G. Perceived Exertion: Recent Advances and Novel Applications in Children and Adults. *Journal of Exercise Science & Fitness*, v. 7, n. 2, Supplement, p. S11-S17, 2009.

ESTON, R. Use of ratings of perceived exertion in sports. *Int J Sports Physiol Perform*, v. 7, n. 2, p. 175-82, Jun 2012.

FABRE, Nicolas et al. A novel approach for lactate threshold assessment based on rating of perceived exertion. *International journal of sports physiology and performance*, v. 8, n. 3, p. 263-270, 2013.

- FARIA, Erik W.; PARKER, Daryl L.; FARIA, Irvin E. The science of cycling. *Sports medicine*, v. 35, n. 4, p. 285-312, 2005.
- FARRELL, P. A.; WILMORE, J. H.; COYLE, E. F.; BILLING, J. E.; COSTILL, D. L. Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Med Sci Sports*, v. 11, n. 4, p. 338-44, Winter 1979.
- FAUDE, O.; KINDERMANN, W.; MEYER, T. Lactate threshold concepts: how valid are they? *Sports Med*, v. 39, n. 6, p. 469-90, 2009.
- FAULKNER, J.; ESTON, R. G. Perceived Exertion Research in the 21st Century: Developments, Reflections and Questions for the Future. *Journal of Exercise Science and Fitness*, v. 6, n. 1, p. 1 - 14, 2008.
- FERGUSON, Brian S. et al. Lactate metabolism: historical context, prior interpretations, and current understanding. *European journal of applied physiology*, p. 1-38, 2018.
- FERREIRA, Amanda MJ et al. The effect of carbohydrate mouth rinse on performance, biochemical and psychophysiological variables during a cycling time trial: a crossover randomized trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, v. 15, n. 1, p. 23, 2018.
- FERREIRA, Guilherme A. et al. Identification of training status differences using perceived exertion threshold. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 41, n. 4, p. 456-459, 2015.
- FERREIRA, Guilherme Assuncao et al. Effect of a reduced-CHO diet on the rate of perceived exertion curve during an incremental test. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, v. 24, n. 5, p. 532-542, 2014.
- FERREIRA, Guilherme Assunção; OSIECKI, Raul. Predição do limiar de lactato em atletas de endurance a partir da curva de esforço percebido durante teste progressivo. Dissertação (Mestrado em Educação Física)-Setor de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná. 2015. Disponível em: <http://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/37895>
- FORSYTH, Jacky et al. Using lactate threshold to predict 5-km treadmill running performance in veteran athletes. *Biology of sport*, v. 34, n. 3, p. 233, 2017.
- GAESSER, Glenn A.; POOLE, David C. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. *Exercise and sport sciences reviews*, v. 24, n. 1, p. 35-70, 1996.

GARBER, Carol Ewing et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.

GARCIA-TABAR, Ibai et al. Validity of a single lactate measure to predict fixed lactate thresholds in athletes. *Journal of sports sciences*, v. 35, n. 4, p. 385-392, 2017.

GARNACHO-CASTAÑO, Manuel Vicente et al. Exercise Prescription Using the Borg Rating of Perceived Exertion to Improve Fitness. *International journal of sports medicine*, v. 39, n. 02, p. 115-123, 2018.

GOMES, Antonio Carlos. *Treinamento desportivo: estruturação e periodização*. Artmed Editora, 2009.

HAGBERG, James M.; COYLE, Edward F. Physiological determinants of endurance performance as studied in competitive racewalkers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 15, n. 4, p. 287-289, 1983.

HALL, Mederic M. et al. Lactate: friend or foe. *PM&R*, v. 8, n. 3, p. S8-S15, 2016.

HARDY, Charles J.; REJESKI, W. Jack. Not what, but how one feels: the measurement of affect during exercise. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, v. 11, n. 3, p. 304-317, 1989.

HECK, H. et al. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. *International journal of sports medicine*, v. 6, n. 03, p. 117-130, 1985.

HELMS, Eric R. et al. Self-rated accuracy of rating of perceived exertion-based load prescription in powerlifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 31, n. 10, p. 2938-2943, 2017.

HERING, Gernot O. et al. A lactate kinetics method for assessing the maximal lactate steady state workload. *Frontiers in physiology*, v. 9, p. 310, 2018.

<http://www.cbc.esp.br/> acessado em: 22/06/19

<https://www.cyclesportcoaching.com/Files/BasicsofCyclingTraining.pdf> acessado em: 22/06/19

IRVING, B. A.; RUTKOWSKI, J.; BROCK, D. W.; DAVIS, C. K.; BARRETT, E. J.; GAESSER, G. A.; WELTMAN, A. Comparison of Borg-and OMNI-RPE as markers of the blood lactate response to exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 38, n. 7, p. 1348, 2006.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. *British journal of nutrition*, v. 40, n. 03, p. 497-504, 1978.

JOTTA DACOSTA, Bruno. Determinação não invasiva do limiar de lactato por espectroscopia de bioimpedância da musculatura do membro inferior em teste progressivo com remo ergômetro. 2016. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

KANG, J.; HOFFMAN, J. R.; WALKER, H.; CHALOUPKA, E. C.; UTTER, A. C. Regulating intensity using perceived exertion during extended exercise periods. *Eur J Appl Physiol*, v. 89, n. 5, p. 475-82, Jun 2003

KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, v. 42, n. 1, p. 25-34, Sep 1979.

LAMBERT, E. V.; GIBSON, A. St Clair; NOAKES, T. D. Complex systems model of fatigue: integrative homoeostatic control of peripheral physiological systems during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, v. 39, n. 1, p. 52-62, 2005.

LUCIA, A. et al. Lactic acidosis, potassium, and the heart rate deflection point in professional road cyclists. *British journal of sports medicine*, v. 36, n. 2, p. 113-117, 2002.

LUCIA, Alejandro et al. Tour de France versus Vuelta a Espana: which is harder?. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 35, n. 5, p. 872-878, 2003.

MADER, A.; HECK, H.; HOLLMANN, W. Evaluation of lactic acid anaerobic energy contribution by determination of postexercise lactic acid concentration of ear capillary blood in middle-distance runners and swimmers. *Exercise physiology*, v. 4, p. 187-200, 1978.

MAGLISCHO, Ernest W. *Swimming fastest*. Human Kinetics, 2003.

MARCORA, Samuele M. Role of feedback from Group III and IV muscle afferents in perception of effort, muscle pain, and discomfort. *Journal of Applied Physiology*, v. 110, n. 5, p. 1499-1499, 2011.

MARCORA, Samuele. Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. *Journal of Applied Physiology*, v. 106, n. 6, p. 2060-2062, 2009.

MATURANA, Felipe Mattioni et al. Critical power: How different protocols and models affect its determination. *Journal of science and medicine in sport*, 2017.

MCLAREN, Shaun J. et al. Differential training loads and individual fitness responses to pre-season in professional rugby union players. *Journal of sports sciences*, p. 1-9, 2018.

MENDES, Thiago Teixeira et al. Six weeks of aerobic training improves VO₂max and MLSS but does not improve the time to fatigue at the MLSS. *European journal of applied physiology*, v. 113, n. 4, p. 965-973, 2013.

MOLIK, Bartosz et al. Comparison of Aerobic Performance Testing Protocols in Elite Male Wheelchair Basketball Players. *Journal of human kinetics*, v. 60, n. 1, p. 243-254, 2017.

MUJIK, I.; PADILLA, S. Physiological and performance characteristics of male professional road cyclists *Sports Medicine*, 2001.

NOAKES, T. D.; GIBSON, A. St Clair; LAMBERT, E. V. From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans. *British journal of sports medicine*, v. 38, n. 4, p. 511-514, 2004.

NOAKES, Timothy D.; PELTONEN, Juha E.; RUSKO, Heikki K. Evidence that a central governor regulates exercise performance during acute hypoxia and hyperoxia. *Journal of Experimental Biology*, v. 204, n. 18, p. 3225-3234, 2001.

ORR, GEORGE W. et al. A computer linear regression model to determine ventilatory anaerobic threshold. *Journal of Applied Physiology*, v. 52, n. 5, p. 1349-1352, 1982.

OWLES, W. Harding. Alterations in the lactic acid content of the blood as a result of light exercise, and associated changes in the CO₂ - combining power of the blood and in the alveolar CO₂ pressure. *The Journal of physiology*, v. 69, n. 2, p. 214-237, 1930.

PALLARÉS, Jesús G. et al. Validity and reliability of ventilatory and blood lactate thresholds in well-trained cyclists. *PloS one*, v. 11, n. 9, p. e0163389, 2016.

PAPASSOTIRIOU, Ionas; NIFLI, Artemissia-Phoebe. Assessing performance in pre-season wrestling athletes using biomarkers. *Biochemia medica: Biochemia medica*, v. 28, n. 2, p. 1-11, 2018.

PARFITT, G.; ROSE, E. A.; BURGESS, W. M. The psychological and physiological responses of sedentary individuals to prescribed and preferred intensity exercise. *Br J Health Psychol*, v. 11, n. Pt 1, p. 39-53, Feb. 2006.

PEIFFER, J. J. et al. Physiological characteristics of masters-level cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2008.

PINHEIRO, Fabiano Aparecido; VIANA, Bruno; PIRES, Flávio Oliveira. Percepção subjetiva de esforço como marcadora da duração tolerável de exercício. *Motricidade*, v. 10, n. 2, p. 100-106, 2014.

QUITTMANN, Oliver J. et al. Lactate kinetics in handcycling under various exercise modalities and their relationship to performance measures in able-bodied participants. *European journal of applied physiology*, p. 1-13, 2018.

ROBERTSON, Robert J.; NOBLE, Bruce J. 15 Perception of Physical Exertion: Methods, Mediators, and Applications. *Exercise and sport sciences reviews*, v. 25, n. 1, p. 407-452, 1997.

ROOS, Lilian et al. Factors That Influence the Rating of Perceived Exertion After Endurance Training. *International journal of sports physiology and performance*, p. 1-21, 2018.

ROSE, E. A.; PARFITT, G. A quantitative analysis and qualitative explanation of the individual differences in affective responses to prescribed and self-selected exercise intensities. *J Sport Exerc Psychol*, v. 29, n. 3, p. 281-309, Jun. 2007.

ROSE, Elaine A.; PARFITT, Gaynor. Pleasant for some and unpleasant for others: a protocol analysis of the cognitive factors that influence affective responses to exercise. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, v. 7, n. 1, p. 15, 2010.

SCHERR, Johannes et al. Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *European journal of applied physiology*, p. 1-9, 2013.

SCHERR, Johannes et al. Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *European journal of applied physiology*, v. 113, n. 1, p. 147-155, 2013.

SILVA, Adelino Sanchez Ramos da et al. Comparação entre métodos invasivos e não invasivo de determinação da capacidade aeróbia em futebolistas profissionais. *Rev Bras Med Esporte*, v. 11, n. 4, p. 233-237, 2005.

SILVA, C. F. DA; CARMONA, E. K.; MAZO, J. Z. História Do Ciclismo Em Porto Alegre: Os Altos E Baixos De Uma Prática. *Cinergis*, v. 16, n. 1, p. 39-46, 2015.

SIMÕES, Herbert Gustavo et al. Determinação do limiar anaeróbio por meio de dosagens glicêmicas e lactacidêmicas em testes de pista para corredores. *Revista Paulista de Educação Física*, v. 12, n. 1, p. 17-30, 2017.

SIRI, William E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. *Techniques for measuring body composition*, v. 61, p. 223-44, 1961.

SJÖDIN, B.; JACOBS, I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *International journal of sports medicine*, v. 2, n. 01, p. 23-26, 1981.

SKINNER, J. S.; MCLELLAN, T. M. The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Res Q Exerc Sport*, v. 51, n. 1, p. 234-48, Mar 1980.

SMITH, Clare G.; JONES, Andrew M. The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state velocity and lactate turnpoint velocity in runners. *European journal of applied physiology*, v. 85, n. 1, p. 19-26, 2001.

ST CLAIR GIBSON, A.; SWART, J.; TUCKER, R. The interaction of psychological and physiological homeostatic drives and role of general control principles in the regulation of physiological systems, exercise and the fatigue process—The Integrative Governor theory. *European journal of sport science*, v. 18, n. 1, p. 25-36, 2018.

STAPELFELDT, B. et al. Workload demands in mountain bike racing. *International Journal of Sports Medicine*, v. 25, n. 04, p. 294-300, 2004.

STEGMANN, H.; KINDERMANN, W.; SCHNABEL, A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *International journal of sports medicine*, v. 2, n. 03, p. 160-165, 1981.

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

TANNER, Rebecca K.; FULLER, Kate L.; ROSS, Megan LR. Evaluation of three portable blood lactate analysers: Lactate Pro, Lactate Scout and Lactate Plus. *European journal of applied physiology*, v. 109, n. 3, p. 551-559, 2010.

TAVARES, F. L. et al. Ciclismo e saúde: as matérias sobre bicicleta veiculadas em um jornal de grande circulação no Espírito Santo. *Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde/Brazilian Journal of Health Research*, v. 20, n. 2, p. 88–97, 2018.

THOMAS, Jerry R.; NELSON, Jack K.; SILVERMAN, Stephen J. *Métodos de pesquisa em atividade física*. Artmed Editora, 2009.

WALLACE, L. K.; SLATTERY, K. M.; COUTTS, A. J. A comparison of methods for quantifying training load: relationships between modelled and actual training Responses. *Eur J Appl Physiol*, v. 114, n. 1, p. 11-20, Jan 2014.

WASSERMAN, Karlman; MCILROY, Malcolm B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *The American journal of cardiology*, v. 14, n. 6, p. 844-852, 1964.

WILBER, Randall L. et al. Physiological profiles of elite off-road and road cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 29, n. 8, p. 1090-1094, 1997.

ZAGATTO, A. M. et al. The Hoff circuit test is more specific than an incremental treadmill test to assess endurance with the ball in youth soccer players. *Biology of sport*, v. 33, n. 3, p. 263, 2016.

ZAMUNÉR, Antonio R. et al. Assessment of subjective perceived exertion at the anaerobic threshold with the Borg CR-10 scale. *Journal of sports science & medicine*, v. 10, n. 1, p. 130, 2011.

ZURUTUZA, Unai et al. Absolute and relative training load and its relation to fatigue in football. *Frontiers in psychology*, v. 8, p. 878, 2017.

ANEXO A – ESCALA CR-10 DE BORG

Escala CR-10 de Borg	
0	Sem nenhum esforço
0,3	
0,5	Extremamente fraco
1	Muito fraco
1,5	
2	Fraco
2,5	
3	Moderado
4	
5	Forte
6	
7	Muito forte
8	
9	
10	Extremamente forte
...	
●	Máximo absoluto

ANEXO B – PHYSICAL ACTIVITY READINESS QUESTIONNAIRE (PAR-Q)**PAR Q+****Physical Activity Readiness Questionnaire**

Este questionário tem objetivo de identificar a necessidade de avaliação clínica antes do início da atividade física. Caso você marque mais de um sim, é aconselhável a realização da avaliação clínica. Contudo, qualquer pessoa pode participar de uma atividade física de esforço moderado, respeitando as restrições médicas.

Por favor, assinale "sim" ou "não" as seguintes perguntas:

1) Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema de coração e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica?

sim não

2) Você sente dor no peito causada pela prática de atividade física?

sim não

3) Você sentiu dor no peito no último mês?

sim não

4) Você tende a perder a consciência ou cair como resultado do treinamento?

sim não

5) Você tem algum problema ósseo ou muscular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas?

sim não

6) Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle de sua pressão arterial ou condição cardiovascular?

sim não

7) Você tem consciência, através de sua própria experiência e/ou de aconselhamento médico, de alguma outra razão física que impeça a realização de atividades físicas?

sim não

Gostaria de comentar algum outro problema de saúde seja de ordem física ou psicológica que impeça a sua participação na atividade proposta?
