

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JHONNY KLEBER FERREIRA DA SILVA

COMPARAÇÃO DA VELOCIDADE DO LIMIAR DE LACTATO EM TESTES  
MÁXIMOS, PROGRESSIVO, VELOCIDADE CRÍTICA E RITMO CONTINUO AUTO  
SELECIONADO EM PRATICANTES DE NATAÇÃO

CURITIBA

2023

JHONNY KLEBER FERREIRA DA SILVA

COMPARAÇÃO DA VELOCIDADE DO LIMIAR DE LACTATO EM TESTES  
MÁXIMOS, PROGRESSIVO, VELOCIDADE CRÍTICA E RITMO CONTINUO AUTO  
SELECIONADO EM PRATICANTES DE NATAÇÃO

Tese apresentada como requisito parcial para a  
obtenção do Título de Doutor em Educação Física  
do Programa de Pós-Graduação em Educação  
Física, do Setor de Ciências Biológicas da  
Universidade Federal do Paraná.  
Orientador: Prof. Dr. Raul Osiecki

CURITIBA

2023

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Silva, Jhonny Kleber Ferreira da Silva.

Comparação da velocidade do limiar de lactato em testes máximos, progressivo, velocidade crítica e ritmo contínuo auto selecionado em praticantes de natação. / Jhonny Kleber Ferreira da Silva. – Curitiba, 2023.

1 recurso on-line : PDF.

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

Orientador: Prof. Dr. Raul Osiecki.

1. Limiar de lactato. 2. Natação. 3. Ritmo. 4. Velocidade. I. Título. II. Osiecki, Raul, 1965-. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação EDUCAÇÃO FÍSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **JHONNY KLEBER FERREIRA DA SILVA** intitulada: **COMPARAÇÃO DA VELOCIDADE DO LIMIAR DE LACTATO EM TESTES MÁXIMOS, PROGRESSIVO, VELOCIDADE CRÍTICA E RITMO CONTÍNUO AUTO SELECIONADO EM PRATICANTES DE NATAÇÃO**, 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 doutor 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, 28 de Março de 2023.

Assinatura Eletrônica  
22/05/2023 19:37:00.0  
RAUL OSIECKI  
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica  
28/03/2023 16:55:42.0  
PAULO CESAR BARAUCE BENTO  
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica  
28/03/2023 12:49:36.0  
ENIO RICARDO VAZ RONQUE  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA)

Assinatura Eletrônica  
30/03/2023 11:13:09.0  
ANTONIO CARLOS DOURADO  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA)

*“Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor do meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia, a minha esposa Ariane Bomfim, meu pai Sebastião Ferreira, minha mãe Dirce Ferreira e a minha irmã Kelly Gracy (In Memoriam).*

*Aos meus amigos de profissão e laboratório, familiares e as pessoas com quem convivi ao longo desses anos que me auxiliarem em mais esta etapa”*

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para a conclusão bem-sucedida do meu doutorado. Agradeço ao meu orientador Raul Osiecki, pelo seu apoio contínuo, orientação e sabedoria ao longo dessa jornada.

Agradeço a minha esposa Ariane Bomfim por estar ao meu lado em todos os momentos desta etapa da minha vida. Aos meus pais Sebastião Ferreira e Dirce Ferreira por me dar todo suporte necessário e contribuição para chegar até aqui. Aos meus amigos e colegas de laboratório, Vivian, Benny, Alini, Luana, Erick, agradeço meu primo Daniel Nascimento pela ajuda nas coletas, escrita de artigos, revisões de textos e conversas descontraídas.

Ao Rodrigo Waki, secretário do Programa de Pós-Graduação em Educação Física por seu excelente trabalho e ajuda.

Aos clubes, treinadores e atletas envolvidos no trabalho, por sua disposição de tempo e espaço, um agradecimento especial ao Wanderley e a Yellow cap vocês foram fundamentais para realização dessa pesquisa.

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)

Aos membros do comitê de tese, pelo tempo dedicado à avaliação e pelos valiosos comentários.

Por fim, agradeço à instituição de ensino, que proporcionou os recursos necessários para a realização desta pesquisa. Este doutorado é o resultado de um esforço conjunto, e sou grato por cada pessoa que fez parte dessa jornada.

*"A força interior é o que nos mantém de pé, mesmo nos momentos mais difíceis." - Autor desconhecido*

## RESUMO

A identificação do limiar de lactato é um indicador de grande importância na prescrição e controle de carga no treinamento, esse indicador depende de métodos de difícil acesso e alto custo operacional, os quais dificultam a utilização de um método no meio prático para nadadores de diferentes níveis. Para tanto utilizar um teste prático, não invasivo e submáximo pode ser uma ferramenta para identificação do limiar de lactato na natação. O objetivo do estudo foi a identificação e comparação da velocidade de ocorrência do limiar de lactato em teste progressivo, velocidade crítica (VC) e testes de ritmo contínuo auto selecionado em atletas recreacionais de natação. Foram recrutados 15 nadadores do sexo masculino de idade  $29,73 \pm 5,32$  anos. Os participantes realizaram três protocolos de teste para identificação das velocidades no limiar de lactato; teste progressivo (LL Dmáx) (8x100m crawl progressivo), velocidade crítica (3x200m crawl) e teste de ritmo contínuo auto selecionado (10 minutos em ritmo de aquecimento (RAA), 5 minutos a ritmo moderado (RMA) e 4 minutos a ritmo forte auto selecionado (RFA)). Como resultado principal, a velocidade do teste de ritmo contínuo auto selecionado ((RFA)  $1,16 \pm 0,14$  m/s) foi identificada nas mesmas velocidades do teste progressivo (Dmáx La) ( $1,28 \pm 0,20$  m/s) e teste de VC ( $1,14 \pm 0,13$  m/s) ( $p < 0,05$ ); não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nas variáveis [La] e percepção subjetiva de esforço (PSE) entre os testes de ritmo contínuo auto selecionado ([La]  $6,98 \pm 1,35$  Mmol; PSE  $6,10 \pm 0,89$  U.A.), teste progressivo ([La]  $7,31 \pm 1,66$  Mmol; PSE  $5,95 \pm 1,95$  U.A.) e VC ([La]  $6,70 \pm 1,60$  Mmol; PSE  $5,46 \pm 0,82$  U.A.). Foi verificada uma correlação muito alta com significância ( $p < 0,00$ ) na velocidade do LL no Dmáx e VC ( $r = 0,86$ ) e Dmáx e RFA ( $r = 0,87$ ); e correlação quase perfeita com significância entre VC e RFA ( $r = 0,96$ ). Na variável PSE foi encontrado uma correlação pequena não significativa para LL no Dmáx e VC ( $r = 0,28$ ;  $p = 0,30$ ); e correlação muito pequena no Dmáx e RFA ( $r = -0,07$ ;  $p = 0,78$ ) e VC e RFA ( $r = 0,03$ ;  $p = 0,71$ ). E na variável [La] foi encontrada uma correlação moderada significativa no LL Dmáx e VC ( $r = 0,56$ ;  $p = 0,02$ ); e correlações pequena insignificativa no LL Dmáx e RFA ( $r = 0,11$ ;  $p = 0,78$ ); e VC e RFA ( $r = -0,08$ ;  $p = 0,75$ ). De acordo com as análises de Bland e Altman foi encontrado baixo viés e desvio padrão (LOA) entre os métodos para a variável velocidade entre os métodos, velocidade no LL Dmáx e VC (0,13; LOA 0,35 e -0,08); Dmáx e RFA (0,11; LOA 0,32 e -0,08) e LL VC e RFA (-0,01; LOA 0,06 e -0,10). A relação da velocidade do RFA realizada pela velocidade RFA predita foi de  $R^2 = 0,93$  com um valor de p significativo ( $p < 0,01$ ) e para a velocidade Dmáx predita para a velocidade Dmáx realizada foi de  $R^2 = 0,74$  com significância ( $p < 0,001$ ). Pode-se concluir que o protocolo de ritmo contínuo auto selecionado, com duração de 20 minutos, mostra-se promissor na identificação do Limiar de Lactato (LL) para nadadores uma vez que suas velocidades não tiveram diferenças significativas e apresentaram altas correlação nos diferentes protocolos (Dmáx e VC).

Palavras-chave: Limiar de lactato. Natação. Velocidade do limiar de lactato. PSE. Ritmo contínuo auto selecionado.

## ABSTRACT

The identification of the lactate threshold is an indicator of great importance in the prescription and load control in training, this indicator depends on methods of difficult access and high operational cost, which make it difficult to use a method in the practical environment for swimmers of different levels. Therefore, using a practical, non-invasive and submaximal test can be a tool for identifying the lactate threshold in swimming. The objective of the study was to identify and compare the speed of occurrence of the lactate threshold (LL) in progressive test, critical speed (VC) and self-selected continuous rhythm tests in swimmers. Fifteen male swimmers were recruited aged  $29.73 \pm 5.32$  years. Participants performed three test protocols to identify velocities at lactate threshold; progressive test (Dmáx La) (8x100m progressive crawl), critical speed (3x200m crawl) and self-selected pace test (10 minutes at warm-up pace (RAA), 5 minutes at moderate pace (RMA) and 4 minutes at strong auto pace selected (RFA)). As a main result, the speed of the self-selected rhythm test ((RFA)  $1.16 \pm 0.14$  m/s) was identified at the same speeds of the progressive test (Dmax La) ( $1.28 \pm 0.20$  m/s) and VC test ( $1.14 \pm 0.13$  m/s) ( $p > 0.05$ ); no statistically significant differences were found in the variables [La] and subjective perception of exertion (PSE) between the self-selected rhythm test ([La]  $6.98 \pm 1.35$  Mmol; PSE  $6.10 \pm 0.89$  U.A.), progressive test ([La]  $7.31 \pm 1.66$  Mmol; PSE  $5.95 \pm 1.95$  U.A.) and VC ([La]  $6.70 \pm 1.60$  Mmol; PSE  $5.46 \pm 0.82$  U.A.). Very high correlation with significance ( $p < 0.00$ ) was found in LL velocity in Dmax and VC ( $r = 0.86$ ) and Dmax and RFA ( $r = 0.87$ ); and almost perfect correlation with significance between VC and RFA ( $r = 0.96$ ). In the PSE variable, a small, non-significant correlation was found for LT in Dmax and VC ( $r = 0.28$ ;  $p = 0.30$ ); and negligible correlation in Dmax and RFA ( $r = -0.07$ ;  $p = 0.78$ ) and VC and RFA ( $r = 0.03$ ;  $p = 0.71$ ). The variable [La] a moderate correlation was found with significance in LL Dmax and VC ( $r = 0.56$ ;  $p = 0.02$ ); and small correlations without significance in LL Dmax and RFA ( $r = 0.11$ ;  $p = 0.78$ ); and VC and RFA ( $r = -0.08$ ;  $p = 0.75$ ). According to Bland and Altman analysis, a low bias and standard deviation (LOA) were found between the methods for the variable speed among the methods, speed at the Dmáx and VC LL (0.13; LOA 0.35 and -0.08); Dmáx and RFA (0.11; LOA 0.32 and -0.08) and LL VC and RFA (-0.01; LOA 0.06 and -0.10). The relationship between the RFA velocity performed by the predicted RFA velocity was  $R^2 = 0.93$  with a significant p-value ( $p < 0.01$ ) and for the predicted Dmáx velocity performed by the Dmáx velocity was  $R^2 = 0.74$  with significance ( $p < 0.001$ ). It can be concluded that the self-selected continuous rhythm protocol, with a duration of 20 minutes, shows promise in identifying the lactate threshold (LL) for swimmers, as their speeds showed no significant differences and presented high correlation in different protocols (Dmáx and VC).

Keywords: Lactate threshold. Swimming. Lactate threshold velocity. RPE. Auto rhythm selected.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho da pesquisa. [La] – Concentração de lactato; PSE – Percepção subjetiva de esforço; VC- Velocidade crítica.....	48
Figura 2 - PROTOCOLO DE TESTE SUBMÁXIMO ADAPTADO DE GIOVANELLI <i>et al.</i> , (2020).....	52
Figura 3 - Aparelho para análise das [La] - Lactate Plus, e fitas de coleta sanguínea .....	55
Figura 4 - Escala de percepção subjetiva de esforço CR-10 .....	56
Figura 5 : Participação em campeonatos e característica de nado dos participantes do estudo. ....	59
Figura 6: Correlação da velocidade, PSE e [la] no Dmáx, VC e RFA. ....	64
Figura 7: gráficos de Altman e Bland das VELOCIDADES, PSE E [LA] NO DMÁX, VC E RFA .....	65
Figura 8 - Gráfico de Regressão da relação da velocidade rfa predita pela realizada (A) e Gráfico de regressão DA VELOCIDADE do DmáxLa predito pelo DmáxLa realizado (B). ....	66

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3 - Aquecimento padronizado adaptado (NEIVA <i>et al.</i> , 2015).....	50
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

PSE - Percepção subjetiva de esforço

LL - Limiar de lactato

[La] – Concentração de lactato sanguíneo

VC – Velocidade crítica

Lan – Limiar anaeróbio

VO<sub>2</sub> – Volume de Oxigênio

VO<sub>2</sub> Máximo – Volume de oxigênio máximo

FINA - *Fédération internationale de natation*

## LISTA DE SÍMBOLOS

© - Copyright

@ - arroba

® - Marca registrada

$\Sigma$  - Somatório de números

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	18
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA .....	19
1.3 PERGUNTAS DE PESQUISA.....	19
1.4 OBJETIVOS .....	20
1.4.1 Objetivo geral .....	20
1.4.2 Objetivos específicos.....	20
1.5 HIPÓTESES DO ESTUDO.....	20
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>21</b>
2.1 NATAÇÃO .....	21
2.2 TREINAMENTO DE NATAÇÃO .....	22
2.3 LACTATO.....	24
2.4 METABOLISMO DO LACTATO DURANTE EXERCÍCIO .....	25
2.5 LIMIAR DE LACTATO .....	26
2.6 VELOCIDADE CRÍTICA.....	30
2.7 ESCALAS DE PERCEPÇÃO DE ESFORÇO .....	34
2.8 VELOCIDADE AUTO SELECIONADA.....	38
2.9 PROTOCOLOS DE TESTE NA IDENTIFICAÇÃO DO LIMIAR ANAERÓBIO.....	39
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>44</b>
3.1 TAMANHO DA AMOSTRA.....	44
3.2 CARACTERÍSTICA DA PESQUISA.....	44
3.3 CARACTERÍSTICA DA AMOSTRA .....	45
3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO .....	45
3.5 DESENHO EXPERIMENTAL .....	46
3.6 PROCEDIMENTOS.....	48
3.6.1 Avaliação antropométrica .....	48
3.6.2 FINA points.....	49
3.6.3 Aquecimento .....	49
3.6.4 Protocolo de teste .....	50
3.6.4.1 Testes máximos.....	50
3.6.4.2 Protocolo submáximo Adaptado (RABIT - Running Advisor Billat Training).....	50
3.6.4.3 Velocidade crítica .....	52

3.6.4.4 Protocolo progressivo – 8 de 100 metros crawl.....	53
3.6.5 Coleta de Lactato .....	54
3.6.6 PSE .....	55
<b>4 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS .....</b>	<b>56</b>
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>67</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>87</b>
APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).	
87	
<b>ANEXO .....</b>	<b>90</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Devido às exigências físicas durante o exercício, a natação é um esporte que requer um controle preciso de treinamento. As provas nesta modalidade podem variar de 20 segundos a 15 minutos (PEREIRA, 1994), e o desempenho do atleta ou praticante pode ser avaliado por meio da comparação de testes de rendimento e provas competitivas. Ao longo dos anos, diferentes testes de campo têm sido desenvolvidos para avaliar a capacidade aeróbia e anaeróbia (DE BARROS SOUSA *et al.*, 2017), com o objetivo de fornecer acompanhamento do processo de treinamento e prescrição do exercício. Estes testes visam fornecer informações precisas para aprimorar o desempenho do atleta e garantir uma prescrição de treinamento adequada (PELAYO *et al.*, 2007; SMITH; NORRIS; HOGG, 2002).

A avaliação do perfil cinético do lactato sanguíneo e a identificação dos limiares são métodos válidos para monitorar o progresso da aptidão física, estabelecer ritmos de treinamento e prever o desempenho em diferentes condições de estresse (ANDERSON; RHODES, 1989; BILLAT, 1996; BISHOP; MARTINO, 1993; TOUBEKIS *et al.*, 2011). O limiar de lactato (LL) representa o ponto máximo de equilíbrio metabólico durante exercício prolongado, onde a taxa de concentração de lactato sanguíneo ([La]) é mais elevada (BALDARI *et al.*, 2003; MAGLISCHO; DO NASCIMENTO, 2003; STEGMANN; KINDERMANN; SCHNABEL, 1981; SVEDAHL; MACINTOSH, 2003). Essa medida é considerada o padrão ouro para a determinação da intensidade de treinamento na natação (BILLAT, V. L. *et al.*, 2003) mas ainda é um método dispendioso e, em muitas situações, inacessível para muitos clubes e academias.

A literatura tem mostrado um método mais acessível e menos custoso para identificar a velocidade do limiar de lactato na natação, a velocidade crítica (VC) (FRANKEN; ZACCA; CASTRO, 2011; ZACCA *et al.*, 2010, 2016). A VC é considerada um método não invasivo que apresenta vantagens importantes, como a facilidade de aplicação para pequenos e grandes grupos, baixo custo operacional e não exigência de coleta sanguínea (GRECO *et al.*, 2003). No entanto, há relatos de que este método pode subestimar ou superestimar a velocidade com base no limiar de lactato, além de alguns protocolos exigirem conhecimento prévio em cálculos matemáticos para estimar a velocidade crítica (PATOZ *et al.*, 2021).

A Percepção subjetiva de esforço (PSE) é uma alternativa para monitorar a prescrição e intensidade do treinamento de natação (DA SILVA *et al.*, 2021). Diferente de outros métodos que requerem equipamentos sofisticados ou coleta de dados invasiva, a PSE utiliza uma escala subjetiva de esforço que pode ser facilmente compreendida pelo atleta (BORG; KAIJSER, 2006; CABRAL *et al.*, 2017; DA SILVA *et al.*, 2021; DA SILVA *et al.*, 2011). Essa escala tem sido amplamente utilizada em diferentes estudos e demonstra boa validade ecológica, permitindo avaliar a real intensidade de esforço desempenhada durante o exercício.

A PSE no ritmo auto selecionado é um importante regulador da intensidade do exercício, no qual o cérebro processa um algoritmo complexo que inclui feedback periférico, experiências anteriores e carga de trabalho restante para manter uma determinada velocidade em um ritmo desejável (ABBISS, LAURSEN, 2005; ST CLAIR GIBSON *et al.*, 2006). Estudos realizados por Giovanelli, Scaini, Billat, & Lazzer, (2020) mostram que é possível identificar o limiar anaeróbio e a velocidade correspondente ao limiar de lactato (HEUBERGER *et al.*, 2018) em um ritmo auto selecionado por meio de um teste prático. Nesse teste, os atletas regulam sua velocidade de corrida com base na percepção de esforço indicada pela ancoragem verbal autocompreendida, que varia de "extremamente fraco" a "máximo absoluto". Esse método é uma forma eficaz de determinar parâmetros de intensidade de treinamento sem a necessidade de equipamentos sofisticados ou coleta sanguínea.

De acordo com os diferentes métodos apresentados pela literatura (ZACCA *et al.*, 2010, 2016), o qual requerem conhecimento prévio de protocolo, conhecimento prévio do nível de performance do praticantes de natação, conhecimento cálculos matemáticos, utilização de equipamentos de alto custo e específicos e dias fora da rotina de treinamento para identificação do limiar de lactato, a realização de um teste já validado e utilizado fora do ambiente aquático torna se relevante ser aplicado na natação, na identificação do limiar de lactato em um teste de ritmo continuo auto selecionado, o qual poderá ser uma forma prática, sem custo e acessível a professores e treinadores de natação em academia e clubes para fazer o controle de treinamento e intensidade por meio da PSE e ancoragem verbal auto compreendida, além de ser um estudo inédito o qual faz a utilização de um protocolo de teste já validado em ambiente terrestre ser utilizado no ambiente aquático.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Propõe-se a utilização do teste de ritmo contínuo auto selecionado com base na percepção de esforço como uma ferramenta não invasiva e acessível para o controle da carga de treinamento em atletas recreacionais de natação. Este estudo apresenta uma nova abordagem com baixo custo e fácil aplicação para o programa de treinamento na natação, justificando a sua relevância.

Diante de dois testes padrão ouro para identificação do limiar de lactato em atletas de natação, porém ambos exigem conhecimento técnico para análise e cálculo dos resultados. O primeiro é o teste de velocidade crítica, que utiliza regressão linear para identificar a melhor velocidade de nado com base no limiar anaeróbio do atleta (TAKAHASHI *et al.*, 2009), requerendo conhecimento prévio de cálculos matemáticos específicos. Já o segundo é o teste progressivo com aumento de intensidades até a velocidade máxima do atleta (DA SILVA *et al.*, 2021), exigindo que o atleta ou praticante de natação sustente melhor desempenho em determinadas intensidades. No entanto, essas duas formas de identificação podem ser custosas, envolvendo equipamentos sofisticados e/ou sendo invasivas, o que pode não ser acessível a clubes e/ou academias de natação.

Para a identificação do limiar anaeróbio, é necessário um protocolo de teste que requer conhecimento prévio do nível de performance do atleta ou um tempo adicional para análise das respostas do exercício (ALTIMARI *et al.*, 2007; DEMINICE *et al.*, 2007; PELARIGO *et al.*, 2018). Existem diversos protocolos disponíveis na literatura, variando em termos de metragem e performance dos atletas (DA SILVA *et al.*, 2019). Por isso, é crucial escolher um teste que se ajuste à rotina e nível de performance de atletas recreacionais de natação para controlar seu treinamento de forma mais eficiente. A utilização do teste de ritmo contínuo auto selecionado pode ser útil para treinadores e técnicos de natação, permitindo a identificação do limiar de lactato de forma rápida e precisa durante o treinamento, sem exigir muito tempo ou interromper a rotina de treinamento do atleta/aluno.

Identificar o limiar de lactato em um teste submáximo com velocidade auto selecionada e ancoragens verbais (ritmo leve, moderado e forte) (GIOVANELLI *et al.*, 2020) com o auxílio da PSE pode ser uma excelente ferramenta para avaliação fisiológica e controle de carga de treinamento na natação. Além de ser facilmente aplicável e compreensível, não exige várias sessões para realização do teste e pode

ser implementado em grandes grupos simultaneamente, tornando-se uma opção acessível para diferentes classes de nadadores em suas rotinas de treinamento.

Não foram encontrados estudos na literatura que abordem a identificação do limiar de lactato por meio de testes de ritmo contínuo auto selecionado. Portanto, este estudo é inovador no ambiente aquático, fornecendo uma alternativa objetiva, prática, não invasiva e de baixo custo para a identificação do limiar de lactato em uma única sessão de treinamento. Essa abordagem será valiosa para atletas recreacionais, praticantes de natação em clubes e academias, treinadores e pesquisadores interessados em avaliação fisiológica e controle de carga de treinamento.

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

O Limiar de lactato ocorre nas mesmas velocidades em teste progressivo, velocidade crítica e teste de ritmo contínuo auto selecionado em atletas recreacionais de natação?

## 1.3 PERGUNTAS DE PESQUISA

- O limiar de lactato é encontrado na mesma velocidade em teste progressivo, velocidade crítica e testes de ritmo contínuo auto selecionado em atletas recreacionais de natação?
- As velocidades correspondentes ao limiar de lactato apresentam semelhantes concentrações de lactato em teste progressivo, velocidade crítica e testes de ritmo contínuo auto selecionado em atletas recreacionais de natação?
- Qual a relação das concentrações de lactato e suas respectivas velocidades nos limiares de lactato em testes teste progressivo, velocidade crítica e testes de ritmo contínuo auto selecionado em atletas recreacionais de natação?

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo geral

Identificar e comparar a velocidade de ocorrência do limiar de lactato em teste progressivo, velocidade crítica e testes de ritmo contínuo auto selecionado em atletas recreacionais de natação.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar a velocidade de ocorrência do limiar de lactato em teste progressivo em atletas recreacionais de natação.

- Identificar a velocidade de nado correspondente a velocidade crítica em atletas recreacionais de natação.

- Identificar a velocidade de ocorrência do limiar de lactato em teste submáximo de ritmo contínuo auto selecionado em atletas recreacionais de natação.

- Comparar as velocidades correspondentes ao limiar de lactato no teste progressivo máximo, velocidade crítica e testes submáximos contínuo no ritmo auto selecionado em atletas recreacionais de natação.

- Comparar as concentrações de lactato nas velocidades correspondentes ao limiar de lactato no teste progressivo máximo, velocidade crítica e testes de ritmo contínuo auto selecionado em atletas recreacionais de natação.

- Identificar e comparar os valores de PSE correspondentes a velocidade de Limiar de lactato, velocidade crítica e velocidade de ritmo contínuo auto selecionado em atletas recreacionais de natação.

- Verificar a relação das concentrações de lactato, PSE e velocidades correspondentes ao limiar de lactato no teste progressivo máximo, velocidade crítica e testes de ritmo contínuo auto selecionado em atletas recreacionais de natação.

## 1.5 HIPÓTESES DO ESTUDO

H0: A velocidade do limiar de lactato no teste de ritmo contínuo auto selecionado não se apresenta nas mesmas velocidades dos testes progressivo e velocidade crítica.

H1: A velocidade do limiar de lactato no teste de ritmo contínuo auto selecionado se apresenta nas mesmas velocidades dos testes progressivo e velocidade crítica.

H2: A velocidade do limiar de lactato no teste de ritmo contínuo auto selecionado se apresenta parcialmente nas mesmas velocidades dos testes progressivo e velocidade crítica (as velocidades podem ser as mesmas em dois diferentes testes porém, diferente em um teste).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 NATAÇÃO

Platonov (2005) afirma que a natação é uma das modalidades mais populares e amplamente difundidas em todo o mundo, composta por seis variações ou agrupamentos de provas: nado livre, costas, peito, borboleta, medley e revezamento. O nado crawl é considerado o estilo mais rápido entre as quatro técnicas de competição, consistindo em um ciclo que inclui uma braçada com o braço esquerdo e uma com o direito, além de um número variável de pernadas, dependendo da estratégia competitiva, ritmo do atleta e distância da prova (MAGLISCHO; DO NASCIMENTO, 2003).

Da mesma forma que ocorre em muitos esportes de competição, os nadadores são divididos em categorias de idade. No Brasil, essa divisão existe desde 1993, quando a Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos (CBDA) alterou as nomenclaturas e as faixas etárias para manter a semelhança com o formato utilizado na Europa (PAULISTA, 2017).

Nas últimas décadas, a estrutura do treinamento de natação e a preparação de atletas têm sido objeto de investigação, com um grande número de dados científicos e a contribuição da ciência do esporte em áreas como bioquímica (MORGADO *et al.*, 2018), biomecânica (MOONEY *et al.*, 2015) e fisiologia esportiva (CLEMENTE-SUÁREZ; ARROYO-TOLEDO, 2017; COSTA *et al.*, 2015) principalmente na natação.

A preparação desportiva atualmente dedica grande importância à nutrição e psicologia. Com o objetivo de entender o papel de cada componente e sua inter-relação na obtenção dos melhores resultados esportivos, foram obtidas informações

precisas sobre os elementos básicos da atividade competitiva. Esse conhecimento possibilitou uma organização e sistematização mais efetiva de todo o processo de preparação, especialmente no ambiente competitivo (PLATONOV, 2005).

Com o passar dos anos, a natação competitiva tem se tornado cada vez mais exigente em relação às capacidades fisiológicas e de recuperação em um curto período de tempo. Para alcançar um desempenho competitivo de alto nível, os nadadores precisam desenvolver técnicas e condicionamento físico para competir com qualidade em diferentes etapas do programa competitivo (eliminatórias, semifinais e finais) e manter a mesma performance ao longo da competição (SMITH, NORRIS, HOGG, 2002).

A análise do desempenho do atleta em uma competição é crucial para entender as respostas biomecânicas, fisiológicas e perceptuais. Com base nesses dados, os cientistas do esporte podem fornecer ao treinador informações valiosas sobre o desempenho do atleta, identificando pontos a serem aprimorados no próximo estímulo competitivo. Portanto, uma análise precisa e a avaliação de vários componentes de desempenho dentro do treinamento são aspectos integrais que devem ser incluídos em programas de treinamento e competição de nadadores (PYNE; MAW; GOLDSMITH, 2000).

A avaliação é essencial no treinamento e competição para fornecer um diagnóstico preciso do desempenho do atleta. Diferentes protocolos de treinamento e avaliação podem ser utilizados para analisar os efeitos do treinamento, avaliar a qualidade do planejamento para a competição, prever o desempenho competitivo e fornecer recomendações para um treinamento direcionado contínuo (SMITH; NORRIS; HOGG, 2002). Com o aumento da busca pela melhoria de desempenho, outras variáveis para controle e avaliação do treinamento e performance esportiva têm se tornado úteis e presentes no cotidiano de treinadores, fisiologistas e atletas, tais como o lactato (HOLFELDER; BROWN; BUBECK, 2013) e a percepção subjetiva de esforço (KUROKAWA; UEDA, 1992).

## 2.2 TREINAMENTO DE NATAÇÃO

Na natação, a zona de treinamento é fundamental para orientar o treinamento do nadador. Ela representa uma faixa específica de frequência cardíaca ou intensidade de esforço que, quando determinada, permite que o nadador ajuste seu

ritmo e esforço para atingir seus objetivos de treinamento. Além disso, a zona de treinamento ajuda a garantir que o atleta esteja treinando na intensidade correta para melhorar seu desempenho e alcançar seus objetivos (MAGLISCHO; DO NASCIMENTO, 2003).

Na natação, diferentes zonas de treinamento podem ser utilizadas para orientar o treinamento do nadador, dentre elas destacam-se o Limiar Láctico e o Limiar Anaeróbio (SVEDAHL; MACINTOSH, 2003). O Limiar Láctico refere-se à intensidade de esforço correspondente ao incremento inicial do acúmulo de lactato no sangue, geralmente encontrado durante um estímulo progressivo. Já o Limiar Anaeróbio é conhecido como a mais elevada concentração de lactato que pode ser mantida em equilíbrio metabólico durante exercício prolongado (BALDARI *et al.*, 2003; MAGLISCHO; DO NASCIMENTO, 2003; STEGMANN; KINDERMANN; SCHNABEL, 1981; SVEDAHL; MACINTOSH, 2003), correspondendo a uma velocidade ou fração do VO<sub>2</sub> máximo para um valor de concentração de lactato definido. Essas zonas de treinamento são importantes medidas da capacidade aeróbia do nadador (BILLAT, 1996), podendo ser utilizadas para determinar diferentes protocolos de treinamento e avaliar o desempenho competitivo. Além disso, a potência aeróbia, que é considerada um indicador das capacidades cardiovasculares, também pode ser utilizada como uma zona de treinamento na natação.

Autores têm descrito que na natação, uma base de treinamento consistente é fundamental para o sucesso do nadador, com foco na capacidade aeróbia e nos processos de treinamento de A1 (Limiar Láctico, ou Limiar Aeróbio) e A2 (Limiar Anaeróbio). A zona de treinamento A1 na natação refere-se a uma faixa de frequência cardíaca de baixa intensidade, que é utilizada para melhorar a resistência cardiovascular e muscular dos nadadores. Essa zona de treinamento geralmente representa de 50% a 60% da frequência cardíaca máxima do nadador (MAGLISCHO; DO NASCIMENTO, 2003). Já a zona de treinamento A2 refere-se a uma faixa de frequência cardíaca de intensidade moderada, que é utilizada para melhorar a resistência muscular e a capacidade aeróbica dos nadadores. Essa zona de treinamento geralmente representa de 60% a 70% da frequência cardíaca máxima do nadador. O controle de intensidades dessas zonas de treinamento pode ser realizado por meio do lactato (DEKERLE *et al.*, 2003), a fim de evitar diminuição de resistência física durante elevados volumes e intensidades no treinamento.

## 2.3 LACTATO

O lactato é um produto intermediário do metabolismo dos glicídios e é utilizado como uma variável importante na análise e controle de desempenho de atletas. Anteriormente conhecido como ácido láctico, o lactato já foi considerado um fator importante na teoria da fadiga muscular e limitações de desempenho no exercício de endurance (BROOKS, 1985). De acordo com essa teoria, quando a intensidade do exercício excede a taxa máxima de consumo de oxigênio ( $VO_2$  máximo), ocorre um "débito de oxigênio" e o metabolismo passa de aeróbio para anaeróbio. Acredita-se que essa mudança para o metabolismo anaeróbico resulta em um aumento abrupto nos níveis de lactato sanguíneo, o que leva à acidose metabólica (HALL *et al.*, 2016).

Por muito tempo, acreditou-se que o ácido láctico prejudicava a contração muscular e levava o indivíduo à fadiga e exaustão durante o exercício, especialmente em intensidades submáximas. Além disso, pensava-se que o produto residual metabólico afetava negativamente o desempenho muscular, pois causava dores subsequentes ao exercício e prejudicava a capacidade do sistema de fornecer um suprimento adequado de oxigênio para o trabalho muscular. Essas ideias levaram a estudos de programas de treinamento que tinham como objetivo aumentar a capacidade de captação de oxigênio pelo aumento do volume de treino e baixa intensidade. Dessa forma, os treinadores evitavam expor o atleta com muita frequência a intensidades com produção elevada de ácido láctico (HALL *et al.*, 2016).

Nos últimos trinta anos, houve uma evolução no pensamento científico em relação ao papel do lactato no organismo. Os novos entendimentos refutaram os ideais tradicionais e mostraram que o lactato desempenha um papel fundamental no metabolismo energético (DE MORAES BERTUZZI *et al.*, 2009). Apesar disso, ainda há equívocos na ciência atual sobre o entendimento do lactato e sua utilização na previsão de desempenho e na elaboração de programas de treinamento individual, o que tem sido objeto de muitas investigações.

Durante o exercício, vários fatores podem contribuir para o aumento no lactato sanguíneo, incluindo a capacidade de captação de oxigênio, a capacidade mitocondrial e a capacidade de remoção e utilização do lactato por outras células do corpo (MAGLISCHO; DO NASCIMENTO, 2003). Conhecer esses mecanismos é

importante para otimizar as vias de utilização do lactato pelo organismo durante o treinamento. Por exemplo, estudos têm mostrado que aumentar a densidade capilar e o número de mitocôndrias pode resultar em um aumento na captação de oxigênio. Além disso, a densidade de proteínas de transporte de monocarboxilato tem sido relacionada à melhora na remoção e utilização do lactato, o que pode levar a valores menores de lactato sanguíneo em indivíduos com maior densidade dessas proteínas (DUBOCHAUD *et al.*, 2000).

## 2.4 METABOLISMO DO LACTATO DURANTE EXERCÍCIO

A teoria inicial sobre o papel do lactato no organismo tem sido desafiada por estudos mais recentes, que mostram um metabolismo mais dinâmico desse composto. A literatura atual aponta que as concentrações plasmáticas de lactato são influenciadas pelo turnover de lactato, ou seja, a quantidade de lactato plasmático no final do exercício pode ser consideravelmente menor do que a quantidade total produzida durante o exercício (BENETTI; SANTOS; CARVALHO, 2000).

Estudos sugerem que o lactato produzido é rapidamente removido do sangue, porém sua concentração permanece constante, indicando uma liberação contínua. Além disso, a produção de lactato parece não ser alterada significativamente de indivíduos não treinados para treinados (HALL *et al.*, 2016).

A concentração de lactato sanguíneo ([La]) aumenta a partir do início do exercício de intensidade moderada, mas depois de um determinado tempo, dependendo da intensidade da atividade, as [La] tendem a diminuir devido à relação variável entre produção e remoção de lactato (VAN HALL, 2010). O limiar de lactato representa a intensidade em que [La] permanece constante, devido a um equilíbrio entre a taxa de produção glicolítica e taxa de conversão de piruvato (BENEKE, 2012). Este limiar corresponde a um nível de cerca de 4 mmol/L, segundo alguns autores (SVEDAHL; MACINTOSH, 2003), mas pode variar para concentrações individuais mais altas em outros estudos publicados (DA SILVA *et al.*, 2021; HOLFELDER; BROWN; BUBECK, 2013). Durante um exercício mais intenso, as [La] a partir do limiar aumentam exponencialmente devido a um aumento na produção e liberação de lactato pelo tecido muscular esquelético ativo, ocorrendo uma redução na captação e remoção de lactato sanguíneo e um desequilíbrio entre a taxa de produção e remoção de lactato (BENEKE, 2012; GOODWIN *et al.*, 2007).

Estudos têm demonstrado que o lactato é produzido através da reação anaeróbica de glicose, e que sua dissociação produz subprodutos, incluindo íons de hidrogênio ( $H^+$ ) (GLADDEN, 2004; PHYPERS; PIERCE, 2006). Embora o aumento das concentrações plasmáticas de lactato tenha pouco ou nenhum efeito na contração muscular, o aumento de  $H^+$  induz à diminuição do pH, acidose metabólica e inibição do metabolismo glicolítico, devido à supressão de enzimas importantes. A diminuição da função muscular pode afetar negativamente a capacidade de trabalho. Além disso, a acidose pode indiretamente afetar a sensação de dor e desconforto, ativando nervos aferentes cálcio (GLADDEN, 2004; WESTERBLAD; ALLEN; LÄNNERGREN, 2002). É importante ressaltar que a relação entre o lactato e a acidose é complexa e ainda requer estudos mais aprofundados para compreender completamente os efeitos desses processos no organismo humano (WESTERBLAD; ALLEN; LÄNNERGREN, 2002).

Apesar da pouca influência na atividade muscular, estudos que analisam [La] são frequentes e importantes, mesmo que indiretamente este metabólito apresenta uma estimativa precisa de acidose, além de estar envolvida no processo metabólico de conversão de energia no músculo esquelético, coração e cérebro (ROBERGS; GHIASVAND; PARKER, 2004). De acordo com Böning, *et al.*, (2007) a taxa de produção de lactato durante e após o exercício está em uma proporção de 1:1 com a liberação de íons  $H^+$ . Portanto, o lactato está relacionado à redução do trabalho muscular e é um indicador de fadiga eficiente, embora não seja responsável pela diminuição da capacidade de produção de força.

## 2.5 LIMIAR DE LACTATO

Nos últimos anos, houve um aumento no interesse em identificar o limiar de lactato, uma vez que os estudos em saúde têm incluído dados qualitativos e pesquisa sistemática (FONSECA; AMORIM; ARRIEIRO, 2011). O limiar de lactato é clinicamente relevante, uma vez que o lactato é um bom indicador de adaptação ao treinamento (BOURDON, 2000) e está fortemente correlacionado com o exercício de endurance (BENTLEY *et al.*, 2001; YOSHIDA *et al.*, 1987). Além disso, ele auxilia na identificação do estímulo de treinamento ideal e na prescrição da intensidade do treinamento (BOURDON, 2000).

Há diversas maneiras de identificar o limiar de lactato descritas na literatura. O método de inspeção visual, também conhecido como método de detecção visual (WASSERMAN; MCILROY, 1964), é bastante utilizado na prática clínica e considerado o padrão-ouro para avaliação de variáveis metabólicas e ventilatórias (CRESCÊNCIO *et al.*, 2003; HIGA *et al.*, 2007). Outros autores utilizam modelos de regressão logística (DAVIS *et al.*, 2007), um método matemático, para identificar o limiar de lactato.

Para identificar o limiar de lactato em curvas lactacidêmicas, três abordagens são comumente utilizadas: 1) a utilização de concentrações fixas de lactato e interpolação dos resultados (GOMES, 2009); 2) a aplicação de modelos matemáticos para análise lactacidêmica (ELMER; TONEY, 2018; FORSYTH *et al.*, 2017; PALLARÉS *et al.*, 2016); e 3) a identificação de quebras na curva de lactato por meio de análise visual (FONSECA; AMORIM; ARRIEIRO, 2011). Alguns autores utilizam a concentração fixa de 2mM para representar o primeiro limiar de lactato, enquanto a concentração de 4mM é usada para representar o segundo limiar de lactato (GOMES, 2009), ao observar as respostas da concentração de lactato sanguíneo ao exercício em estado de equilíbrio.

Para estimar as contribuições relativas do metabolismo energético aeróbio e anaeróbio, é possível analisar o lactato sanguíneo através de métodos como o limiar de lactato (LL) (OLIVEIRA *et al.*, 2016; PAPOTI *et al.*, 2017), estado estacionário máximo de lactato (MLSS) (PELARIGO *et al.*, 2017, 2018) ou utilizando limiares de lactato fixos (GARCIA-TABAR *et al.*, 2017). A maioria dos modelos de limiares se baseia em dois pontos de interrupção metabólica observados durante o exercício incremental: (1) o ponto em que as concentrações de lactato começam a aumentar acima dos níveis de referência e (2) o ponto de maior intensidade em que a produção e remoção de lactato estão em equilíbrio.

Ao utilizar os limiares de lactato na natação, é possível prescrever o treinamento de forma mais adequada, uma vez que as concentrações de lactato sanguíneo apresentam comportamentos diferentes em relação à taxa de esforço. Diversas pesquisas têm sido realizadas nesse sentido, como os estudos de Espada, (2013); e Hoefelmann *et al.*, (2011), que evidenciam a importância do limiar de lactato na natação como um índice fisiológico relevante. Além disso, Machado *et al.*, (2011) verificaram que 12 semanas de treinamento são suficientes para aumentar a velocidade crítica de nadadores de elite, bem como para melhorar a eficiência do

sistema aeróbio, demonstrada pela diminuição da concentração média de lactato após o treinamento, levando a menos desgaste durante os testes.

O objetivo do treinamento baseado no limiar é aumentar a velocidade do nado, aumentando a taxa de anaerobiose para fornecer energia aos músculos mais rapidamente. A atividade de certas enzimas nas primeiras fases da glicólise pode aumentar essa taxa, levando à produção de ácido pirúvico e íons H<sup>+</sup>. Essa reação ocorre após os primeiros 10 a 15 segundos do estímulo, quando o suprimento de creatina fosfato diminui (BROOKS, 2012). O treinamento de natação para aumentar a produção de lactato é mais comumente realizado em estímulos de velocidade de 50 e 100 metros, com as melhores metragens de piscina para esses estímulos sendo de 25 a 50 metros de comprimento. Essas distâncias são longas o suficiente para estimular altas taxas de lactato quando realizadas em velocidade máxima. No entanto, a acidose resultante pode diminuir a capacidade de manter o estímulo em velocidade do limiar anaeróbio (MAGLISCHO; ERNEST W MAGLISHO, 1999).

Para melhorar a tolerância à acidose, o treinamento com base no limiar pode ser feito em pequenas quantidades diárias. É importante que os intervalos de descanso tenham de 1 a 3 minutos para permitir a remoção do lactato para as repetições seguintes. De acordo com (Maglisco; Do Nascimento, (2003), três a quatro séries semanais deste estímulo são suficientes para produzir o efeito desejado.

A relação entre a intensidade do exercício e a concentração de lactato sanguíneo tem sido amplamente utilizada como uma ferramenta para avaliar atletas em diversas modalidades, incluindo ciclismo (FERREIRA *et al.*, 2018), luta livre (PAPASSOTIRIOU; NIFLI, 2018), basquete (MOLIK *et al.*, 2017) e natação (CZUBA *et al.*, 2009; FERREIRA *et al.*, 2016). Entender a cinética do lactato em resposta ao exercício é fundamental, uma vez que um aumento desproporcional do lactato indica que a taxa de produção do lactato excede a taxa de remoção. O ponto ideal para o treinamento aeróbio é uma taxa imediatamente abaixo do ponto de inflexão da curva de concentração de lactato sanguíneo ([La] x intensidade do exercício), o qual é denominado "limiar anaeróbio" e foi descrito por Brooks (2012).

A determinação das concentrações sanguíneas de lactato é uma ferramenta amplamente utilizada por técnicos e pesquisadores para diferentes finalidades, incluindo a quantificação das cargas de treinamento (MUJIKÁ *et al.*, 1995; PELAYO *et al.*, 1996) a monitoração da evolução de nadadores (PYNE; LEE; SWANWICK,

2001) e a prescrição de intensidades ideais para o treinamento aeróbio com base na identificação do limiar metabólico (MADSEN; LOHBERG, 1987).

O método  $D_{m\acute{a}x}$  é utilizado para determinar zonas de treino aeróbio. Ele é definido como o ponto mais distante da curva de regressão (ventilatória ou de lactato) em relação à reta desenhada entre os dois pontos distais dessa curva (CHENG *et al.*, 1992). Esse ponto está associado ao LAn ou à máxima fase estável do lactato (CZUBA *et al.*, 2009). No entanto, outros estudos associam mais diretamente o  $D_{m\acute{a}x}$  ao LL (DA SILVA *et al.*, 2021; HELLARD *et al.*, 2010; KESKINEN; KESKINEN; POYHONEN, 2010).

Em resumo, a determinação do limiar anaeróbio em nadadores é realizada através da submissão do atleta a esforços progressivos em distâncias previamente definidas, com intervalos curtos entre os esforços, e coletas de amostras sanguíneas após cada nado (DA SILVA *et al.*, 2021). A relação entre a concentração de lactato ([La-]) e a velocidade média de nado ( $V_m$ ) é utilizada para determinar a velocidade ideal para o treinamento aeróbio. Esse método é conhecido como  $D_{m\acute{a}x}$  e pode ser associado tanto ao LAn quanto ao LL, dependendo do estudo (DA SILVA *et al.*, 2021; HELLARD *et al.*, 2010; KESKINEN; KESKINEN; POYHONEN, 2010).

Além disso, a determinação do limiar anaeróbio é uma ferramenta valiosa para quantificar as cargas de treinamento, monitorar a evolução dos nadadores e prescrever as intensidades ideais do treinamento aeróbio (MUJIKI *et al.*, 1995; PELAYO *et al.*, 1996; PYNE; LEE; SWANWICK, 2001; MADSEN; LOHBERG, 1987).

A determinação do Limiar de Lactato é fundamental para o treinamento (JACOBS, 1986). No entanto, a frequência das avaliações lactacidêmicas necessárias para identificar essa intensidade é limitada por restrições logísticas e financeiras. Portanto, é comum que alguns clubes de natação, principalmente em níveis regionais, não realizem essas avaliações com frequência (LOMAX, 2012).

Em resumo, as concentrações de lactato sanguíneo são frequentemente utilizadas para a quantificação metabólica durante o exercício aquático, sendo mais fáceis de operacionalizar do que o  $VO_2$ . Segundo Swart & Jennings, (2004), as [La] podem ser interpretadas de acordo com três critérios: aumento previsível e repetível à medida que a intensidade progride; diminuição em exercícios submáximos controlados à medida que a condição desportiva melhora; e enormes melhorias na performance ao treinar na velocidade correspondente ao LL. (SEILLER, KJERLAND, 2006) Esses critérios permitem avaliar o impacto da carga no treino muscular, sendo

que o lactato é um indicador mais preciso da intensidade do treino (OLBRECHT, 2000).

A monitorização do estado de treinamento dos nadadores pode ser feita através da identificação da velocidade correspondente a uma determinada concentração de lactato ou ao Limiar Anaeróbio (LAn), utilizando relações entre os níveis de lactato e as velocidades de nado, o que tem sido amplamente utilizado (CUNHA, 2017).

## 2.6 VELOCIDADE CRÍTICA

Na natação competitiva, o controle fisiológico do treinamento é cada vez mais importante. Dentre vários parâmetros utilizados pelos treinadores, a velocidade crítica tem sido considerada um método eficiente para quantificar a performance de forma simples e não invasiva (NEIVA; FERNANDES; VILAS-BOAS, 2011).

A velocidade crítica tem sido amplamente investigada e utilizada por treinadores e fisiologistas na natação como um parâmetro eficiente para monitorar e avaliar o treinamento aeróbio (DI PRAMPERO *et al.*, 2008). O conceito de velocidade crítica, desenvolvido por Wakayoshi *et al.*, (1992), é definido como a máxima velocidade de nado que pode ser mantida sem exaustão por um longo período de tempo.

Vários estudos (GRECO *et al.*, 2007; MARINHO *et al.*, 2012; TOUBEKIS; TOKMAKIDIS, 2013; ZACCA *et al.*, 2016) têm destacado a velocidade crítica como uma ferramenta para avaliar o desempenho aeróbio na natação, pois está associada à determinação do limiar anaeróbio, que é a máxima intensidade alcançada durante o exercício em que há equilíbrio entre a produção e a remoção de lactato (DEKERLE *et al.*, 2002; GRECO *et al.*, 2007; MARTIN; WHYTE, 2000).

Os autores Zacca *et al.*, (2010) enfatizam a importância da seleção cuidadosa das distâncias ao estimar a velocidade crítica na natação, devido às diferenças observadas ao usar diferentes combinações de tempos e distâncias. Essas variações nas metodologias de velocidade crítica podem resultar em estimativas diferentes de qualidade do nado.

Devido à existência de eventos de curta e longa duração na natação, a relação entre VO<sub>2</sub> e desempenho de nado em eventos mais longos não é tão clara (COSTA *et al.*, 2010; SOUSA; VILAS-BOAS; FERNANDES, 2012). Além disso, a

estimação e utilização do VO<sub>2</sub>max durante o treinamento dentro d'água pode ser limitada. Por isso, a resposta do lactato sanguíneo ao exercício tem sido amplamente utilizada para determinar o limiar anaeróbio com base na curva de lactato versus a velocidade de nado (BILLAT, L. *et al.*, 2003; MADER; HECK, 1986; SOUSA; VILAS-BOAS; FERNANDES, 2012).

Estudos recentes exploraram uma nova tendência de velocidade crítica como um parâmetro para avaliar e monitorar o treinamento anaeróbio em natação (MCGIBBON *et al.*, 2018; ZACCA *et al.*, 2016), usando distâncias de teste curtas e correlacionando-as com desempenhos anaeróbicos (ABE *et al.*, 2006; FERNANDES *et al.*, 2008). Fernandes *et al.*, (2008) mostram que ao usar distâncias mais curtas para avaliar a velocidade crítica, pode ocorrer correlações altas com sistemas bioenergéticos.

A maioria dos estudos com velocidade crítica na natação é baseado na regressão linear entre distancias fixas e respectivos tempos, correspondente ao coeficiente angular obtido. Entretanto pode se considerar grande a variabilidade das coordenadas e distâncias e em algumas pesquisas incluem estímulos com duração menor a 2 minutos, procedimento não recomendado pois o esforço com essa duração não possibilita que o VO<sub>2</sub> máximo seja atingido (DEKERLE *et al.*, 2006).

É mostrado que em distâncias longas subestimam a VC enquanto distâncias mais curtas podem conduzir a uma sob estimação. Essas variações metodológicas podem ter induzido divergências conceptuais acerca deste indicador, uma vez que diferentes valores de VC são obtidos sobre tempos de exaustão variados (ZACCA *et al.*, 2010), assim como a não inclusão de alguns aspectos característicos individual de cada nadador como a idade ou experiência desportiva. (FRANKEN; ZACCA; CASTRO, 2011)

A maioria dos eventos desportivos em natação são iguais ou inferiores a 200m, pelo que o rendimento desportivo está muito dependente do metabolismo anaeróbio do atleta (HOUSH *et al.*, 1991; SMITH, J. C., & HILL, 1993). Dessa forma, a VC em regime de nado anaeróbio é de grande interesse na avaliação da aptidão anaeróbia de nadadores (DI PRAMPERO *et al.*, 2008; MARINHO *et al.*, 2012; NEIVA; FERNANDES; VILAS-BOAS, 2011). Nos últimos anos alguns estudos têm sido publicados sobre a relevância deste indicador enquanto parâmetro de avaliação e controle do treino anaeróbio do nadador e sua relação com o desempenho

desportivo em eventos competitivos de curta duração (DA COSTA; COSTA; MARINHO, 2015).

De forma complementar o modelo com 2 parâmetros partir da relação hiperbólica entre a potência e o tempo para a exaustão tem sido questionado por vários autores visto que parece sobrestimar a potência crítica e subestimar a capacidade de trabalho anaeróbia (a intersecção na origem desta reta) (DI PRAMPERO, 1999; DI PRAMPERO *et al.*, 2008; VANDEWALLE *et al.*, 1989; ZACCA *et al.*, 2010). Assim, novos modelos bioenergéticos de 3 e 4 parâmetros têm procurado atenuar estas limitações com importantes implicações para o significado fisiológico da VC.

Em natação, a importância do metabolismo anaeróbio do atleta é evidente em eventos de curta duração, que são iguais ou inferiores a 200m (HOUSH *et al.*, 1991; SMITH, J. C., & HILL, 1993). Portanto, a velocidade crítica em regime de nado anaeróbio tem sido cada vez mais valorizada como um indicador importante na avaliação da aptidão anaeróbia de nadadores (DI PRAMPERO *et al.*, 2008; MARINHO *et al.*, 2012; NEIVA; FERNANDES; VILAS-BOAS, 2011). Além disso, a relação entre a velocidade crítica e o desempenho em eventos competitivos de curta duração tem sido amplamente estudada (DA COSTA; COSTA; MARINHO, 2015).

No entanto, o modelo com 2 parâmetros baseado na relação hiperbólica entre a potência e o tempo de exaustão tem sido criticado por alguns autores, que argumentam que ele pode superestimar a potência crítica e subestimar a capacidade de trabalho anaeróbio (DI PRAMPERO, 1999; DI PRAMPERO *et al.*, 2008; VANDEWALLE *et al.*, 1989; ZACCA *et al.*, 2010). Por isso, novos modelos bioenergéticos com 3 e 4 parâmetros têm sido propostos para atenuar essas limitações e fornecer implicações mais significativas para a fisiologia da velocidade crítica.

Contudo, a velocidade crítica identificada utilizando o modelo de 2 parâmetros tem sido bastante usada em estudos, o qual utiliza-se a regressão de distância/tempo previamente calculada entre as velocidades obtidas em dois testes com determinada distancias (DA COSTA; COSTA; MARINHO, 2015; WAKAYOSHI *et al.*, 1993; WAKAYOSHI, K. *et al.*, 1992; WAKAYOSHI, Kohji *et al.*, 1992; WRIGLEY *et al.*, 2012). Em estudos utilizando as distâncias de 200 e 400 metros crawl no modelo linear de dois parâmetros. Wakayoshi *et al.* (1993) em teste com 8 nadadores universitários de idade média entre 18 e 21 anos encontrou correlação

significativa com a velocidade do limiar anaeróbio ( $r=0.914$ ) e com a velocidade dos 400m crawl (0.977); Papoti *et al.*, (2005) em seu estudo com 8 nadadores de nível nacional com idade média de 17 anos identificou que VC não difere significativamente da velocidade de limiar anaeróbio; o mostrando uma correlação significativa com a performance em 400m crawl ( $r=0.91$ ) e Dekerle *et al.*, (2002) com 10 nadadores treinados (8 homens e 2 mulheres) com idade média de  $18.6 \pm 1.9$  anos identificaram que a VC é similar à velocidade de nado no teste máximo de 30 minutos (sobrestimando em 3.2%).

Diferentes autores têm buscado utilizar mais distâncias durante protocolo de teste para verificar a VC. Costa *et al.* (2009) identificou em seu estudo com 24 nadadores de nível nacional com idade média de 15 anos, nas distâncias de 100, 200 e 400 metros no modelo linear de 2 parâmetros que a VC crítica no limiar anaeróbio é similar a velocidade crítica desempenhada no teste de 30 minutos em nado contínuo. Quando estudado diferentes números de parâmetros e modelos lineares e não lineares Zacca, Rodrigo *et al.*, (2010) em 14 nadadores treinados (7 velocistas e 7 fundista) de 14 a 15 anos que desempenharam as distâncias de 50, 100, 200, 400, 800 e 1500 metros descrevem que o modelo de 3 parâmetros parece ser o mais ajustado embora o modelo de 4 parâmetros parece ser o mais apropriado para nadadores de *endurance*.

Em um estudo realizado por Martin & Whyte, (2000) com triatletas adultos utilizando distâncias de 100 a 1500 metros, foi identificado que a velocidade crítica foi 11% mais rápida do que a velocidade do limiar de lactato. Já em nadadores masculinos de nível nacional, calculado a partir de distâncias de 50, 100, 200 e 400 metros ( $1,47 \pm 0,05$  m/s) e 200 e 400 metros ( $1,46 \pm 0,06$  m/s), a velocidade crítica foi 8-10% maior em comparação com o limiar de lactato ( $1,34 \pm 0,06$  m/s) (KOSTOULAS *et al.*, 2011). É importante ressaltar que o limiar de lactato foi calculado como o ponto de inflexão da curva velocidade-lactato, mas há vários protocolos propostos para identificá-lo e a concentração de lactato e sua velocidade correspondente são dependentes do protocolo utilizado (TOUBEKIS; TOKMAKIDIS, 2013). Portanto, qualquer ponto na curva velocidade-lactato pode ser importante para o treinamento e avaliação de um atleta (TOKMAKIDIS; LEGER; PILIANIDIS, 1998).

Dekerle (2002) concluiu em seu estudo que os conceitos de velocidade crítica, taxa crítica de braçada e capacidade anaeróbia na natação pode ser usada

pelos treinadores como índices confiáveis para monitorar o desempenho de endurance em nadadores competitivos. Ele descobriu que a velocidade do teste de 30 minutos (V30) não difere da velocidade crítica de natação determinada por testes de 100 e 400 metros, os quais apresentaram maior correlação ( $r = 0,82$ ) em comparação com testes de 50 e 100 metros ( $r = 0,44$ ); 50 e 200 metros ( $r = 0,58$ ); 50 e 400 metros ( $r = 0,78$ ); 100 e 200 metros ( $r = 0,75$ ) e 200 e 400 metros ( $r = 0,77$ ). Portanto, parece que a combinação de 100 metros e 400 metros na natação, como citado no estudo de Fernandes et al. (2008), pode apresentar altas correlações com sistemas bioenergéticos, tornando-se um parâmetro rápido e bom para o cálculo da velocidade crítica em nadadores.

Utilizando a velocidade crítica, um método não invasivo e de baixo custo, e o lactato que permitem em poucos segundos calcular a intensidade do exercício, por meio de teste lactacidêmico e em técnicas invasivas com custos significativos em materiais descartáveis. Temos assistido à tentativa de desenvolver outros métodos e critérios alternativos (DA COSTA; COSTA; MARINHO, 2015) para controle de intensidade no treinamento. Paralelamente tem se verificado a utilização da percepção do atleta em realizar determinado protocolo em velocidades auto selecionadas correlacionando com a percepção de esforço durante o exercício. Um possível método, de baixo custo, fácil aplicação na identificação do limiar de lactato (DA SILVA *et al.*, 2021).

## 2.7 ESCALAS DE PERCEPÇÃO DE ESFORÇO

Existem várias escalas disponíveis na literatura para diferentes propósitos, como testes progressivos, testes de cargas constantes e controle de carga no treinamento. Algumas das mais conhecidas são a escala Borg 6-20 (ESTON; WILLIAMS, 1988; GARCIN; VANDEWALLE; MONOD, 1999; LIMA *et al.*, 2006) Cr10 (BORG, 2010; IMPELLIZZERI *et al.*, 2004; ZAMUNÉR *et al.*, 2011), a escala Cr10 (BORG, 2010; IMPELLIZZERI *et al.*, 2004; ZAMUNÉR *et al.*, 2011) e a escala Cr100 (FABRE *et al.*, 2013). Essas escalas são de fácil utilização, baixo custo, fácil acesso e compreensíveis para os atletas (BARROSO *et al.*, 2014; WALLACE *et al.*, 2008). Além disso, elas não exigem equipamentos caros e podem ser aplicadas tanto em ambientes aquáticos quanto terrestres (ALBERTON *et al.*, 2019; ESTON, 2012; UTTER, A. C. *et al.*, 2004; WALLACE *et al.*, 2008).

Atualmente, os atletas são submetidos a estímulos rigorosos que envolvem aspectos metabólicos, fisiológicos e psicológicos para alcançar a performance desejada (LAMBERT; BORRESEN, 2006). O uso do esforço percebido (PSE) tem se mostrado muito útil para avaliar o estado psicobiológico durante o exercício (GREEN *et al.*, 2003, 2005, 2006). As classificações de esforço percebido são expressões psicobiológicas que permitem aos treinadores, atletas e pesquisadores monitorar a quantidade de esforço fisiológico e desconforto psicológico experimentado durante uma sessão de exercício ou treinamento (GREEN *et al.*, 2003, 2005, 2006).

A aplicação do esforço percebido (PSE) no esporte e no exercício é baseada em sua forte relação com indicadores de intensidade do exercício, como trabalho, velocidade e potência, e variáveis fisiológicas, como frequência cardíaca (FC), ventilação, consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>) e lactato sanguíneo (ESTON; PARFITT, 2018). Em adultos, a PSE oferece considerável utilidade prática, pois sua associação intrínseca com as variáveis fisiológicas permite a estimativa do tempo até a exaustão durante o exercício (GARCIN; VANDEWALLE; MONOD, 1999).

Além disso, a PSE pode ser considerada uma ferramenta eficaz para prescrever (PARFITT; EVANS; ESTON, 2012) e regular a intensidade do exercício (ESTON; WILLIAMS, 1988). Durante um protocolo de exercício, a PSE é utilizada para avaliar o quão "difícil" o exercício está para o indivíduo. Essas informações são frequentemente utilizadas para comparar as respostas entre as diferentes condições de exercício ou após uma intervenção. No controle de carga do exercício, o indivíduo regula a intensidade do exercício utilizando uma PSE específica para cada nível da escala, permitindo que o próprio indivíduo controle sua intensidade de exercício (LAMB; PARFITT; ESTON, 2017).

A escala de categoria de Borg 6-20 (BORG, 1998) seguida pela Escala de Categoria-Razão-10 de Borg (CR-10) (BORG, 1982) são as ferramentas mais comumente utilizadas para medir o esforço percebido em adultos (BORG, 1998). Ambas as escalas possuem números ancorados em expressões verbais que representam o esforço físico percebido. A regulação do esforço percebido é influenciada por fatores psicológicos, tais como capacidade cognitiva, memória, experiência anterior e compreensão da tarefa em questão.

Segundo Borg (1982), a PSE pode ser vista como uma Gestalt, na qual as percepções provenientes do sistema cardiorrespiratório, nervoso e outros fatores sensitivos se relacionam entre si, formando uma configuração de sensações. Em

algumas situações, a fadiga que sentimos está associada ao esforço percebido, já que durante ou após realizar um esforço físico intenso, os seus significados são muito semelhantes (NOBLE *et al.*, 1983).

A distinção entre os dois conceitos é que a fadiga é definida como um alto nível de cansaço ou exaustão física resultante de uma atividade anterior que reduz a capacidade de trabalho, e está mais relacionada a uma definição fisiológica do que perceptiva. Por outro lado, o esforço percebido e a fadiga abrangem aspectos tanto psicológicos como fisiológicos (BORG, 2000). É importante notar que a percepção de fadiga pode ser influenciada pelo esforço percebido e vice-versa, e a relação entre os dois conceitos é complexa e multifacetada (NOBLE *et al.*, 1983).

Antes de utilizar a escala de PSE, é importante que os pesquisadores sigam algumas recomendações para evitar mal-entendidos em relação ao esforço e desconforto. Pageaux, (2016) sugere que seja fornecida uma instrução escrita da escala para as pessoas que a utilizarão, com explicação de como o esforço difere da dor e de outras sensações relacionadas ao exercício. É necessário solicitar aos participantes que leiam a ancoragem da escala e falem o número correspondente ao seu esforço, fornecendo pontos de referência sobre como avaliar a PSE. Caso a sensação de esforço vivenciada durante o exercício seja superior à sensação associada à ancoragem realizada para esforço máximo, é importante esclarecer a diferença entre esforço percebido e fadiga. É fundamental ressaltar como a percepção de esforço está relacionada à sensação de esforço vivenciada durante o exercício e realizar uma sessão de familiarização para garantir a validade da coleta de dados, evitando assim a sub ou superestimação do esforço percebido.

Borg criou as escalas CR-10 e RPE 6-20 com o objetivo de classificar progressivamente o esforço percebido. Ele tentou atribuir as sensações ligadas ao esforço uma descrição escalonada com valores numéricos e uma quantificação específica (BORG, 1971), utilizando palavras simples e de fácil entendimento para todas as pessoas (BORG, 1982). A escala RPE 6-20 foi criada para reproduzir a relação entre o esforço percebido e a frequência cardíaca, confirmada por estudos realizados em bicicletas ergométricas com controle da frequência cardíaca (Borg, 2000). Esta escala é composta por 15 pontos com valores entre 6 e 20, projetada para combinar com a variação da frequência cardíaca de 60 a 200 bpm. Multiplicando o valor reportado na escala por 10, é possível obter a frequência cardíaca atingida. Para evitar mal-entendidos em relação ao esforço e desconforto,

Pageaux, (2016) recomenda que os pesquisadores instruem os participantes sobre a escala de PSE, expliquem a diferença entre esforço e dor, forneçam pontos de referência para avaliar a PSE e realizem sessões de familiarização para garantir a validade da coleta de dados.

No entanto, estudos mostraram que a Escala RPE 6-20 não era apropriada para pesquisas que envolvessem a relação entre a sensação de esforço e variáveis fisiológicas, uma vez que a percepção de esforço não progredia de forma linear com as alterações na intensidade do exercício, como na acumulação de lactato (NOBLE; ROBERTSON, 1996). Posteriormente, Borg desenvolveu a Escala CR-10, que combinou as propriedades das escalas de categoria e de relação, tornando-a mais confiável para medir sensações subjetivas de esforço, como ventilação, dor, força e trabalho anaeróbico (BORG, 2000).

É importante destacar que a literatura tem demonstrado que as escalas de Borg possuem nomenclaturas e valores de ancoragem relacionados. Por exemplo, na escala Borg 6-20, o valor máximo de 20 equivale a 12 na escala CR-10 e 120 na escala CR-100. No entanto, é fundamental manter a concordância na explicação das ancoragens durante a orientação da escala em diferentes situações, dependendo do objetivo para o qual a escala será utilizada (BORG; BORG, 2019).

São 12 os números de categorias da escala Cr-10 o termo “máximo” encontra-se fora da escala para eliminar o efeito teto. Outro ponto importante é que nesta escala os atletas podem relatar um valor maior que 10 (extremamente forte) como por exemplo 11 ou 12 (DA SILVA *et al.*, 2021) quando realizam um esforço nunca experimentado (BORG, 2010). A escala CR10 tem sido bastante utilizada e com um sucesso considerável no campo prático, principalmente quando se pretende estimar o esforço percebido que deverá ser realizado durante o treinamento (NOBLE, ROBERTSON, 1996). Esta escala tem mostrado também grande correlação dos valores percebidos e concentração de lactato durante diferentes tipos de exercício (SCHERR *et al.*, 2013), assim como validação e eficiência sobre o monitoramento de exercícios na utilização dessa escala (NOBLE; ROBERTSON, 1996).

Diferentes autores também tem encontrado correlações entre os níveis de lactato e os valores de RPE em testes incrementais máximos (NOBLE *et al.*, 1983; SKINNER *et al.*, 1973). Foram confirmados em outros estudos onde se verificou uma elevada correlação entre o valor do lactato sanguíneo e o nível de CR-10 em

nadadores (BORG; BORG, 2001; DEKERLE *et al.*, 2003), sendo também comprovado o potencial prescritivo da RPE, para a intensidade e duração do exercício na natação (GARCIN; VANDEWALLE; MONOD, 1999).

A percepção subjetiva de esforço (PSE) está diretamente relacionada à intensidade do exercício, e representa a sensação de quão pesada e extenuante é uma tarefa física (Borg, 1998). No entanto, a PSE não é influenciada apenas pela carga de trabalho durante o exercício, mas também por fatores externos como temperatura, umidade e disponibilidade de energia (GIOVANELLI *et al.*, 2020).

Segundo Tucker & Noakes (2009), a PSE desempenha um papel fundamental na regulação da taxa de trabalho, sendo um importante mediador na determinação da intensidade do exercício auto selecionado (ritmo escolhido) (ABBISS; LAURSEN, 2008; GIOVANELLI *et al.*, 2020). Além disso, a percepção de esforço é influenciada por uma variedade de fatores, incluindo feedback periférico, experiências anteriores e a carga de trabalho imposta (ABBISS; LAURSEN, 2005; GIBSON *et al.*, 2006).

## 2.8 VELOCIDADE AUTO SELECIONADA

Testando a aplicação da PSE em ritmos auto selecionados Ceci; Hassmén, (1991), em seu estudo mostraram que corredores foram capazes de auto ajustar a intensidade da corrida em três diferentes valores de PSE. Esses sujeitos adaptaram a velocidade a fim de obter uma PSE de 11 (Escala de Borg6-20) por 3 minutos, 13 (“um pouco difícil”) por 11 minutos e 15 (“difícil”) por 5 minutos. De forma paralela combinando os conceitos dos limiares aeróbio e anaeróbio junto com a estratégia de ritmo, o “Institut Billat Training” (Paris, França) propôs um teste de atletismo chamado RABIT ® (Running Advisor Billat Training, [www.billatraining.com](http://www.billatraining.com)) adaptando o protocolo (CECI; HASSMÉN, 1991). O RABIT ® teste usa um protocolo de ritmo auto selecionado que solicita aos atletas executarem duas etapas de 10 minutos em ritmo fácil equivalente a uma PSE 11, uma etapa de 5 min em ritmo moderado equivalente a uma PSE 13 e uma etapa de 3 minutos em ritmo acelerado equivalente a um PSE 15 dividido por 1 minuto de recuperação passiva entre as diferentes intensidades (CECI; HASSMÉN, 1991; GIOVANELLI *et al.*, 2020).

É possível observar diferentes estudos comparando a velocidade auto selecionada com a aderência a programas de treinamento para diferentes indivíduos

(DASILVA, *et al.*, 2010). Recentemente a literatura tem mostrado que a percepção de esforço do indivíduo e a auto percepção da intensidade, velocidade, cadência ou carga de exercício tem se tornado uma ferramenta em programas de treinamento.

Uma lacuna na literatura é a falta de estudos sobre os parâmetros fisiológicos em atletas recreacionais e praticantes de natação com diferentes níveis de condicionamento para fornecer ferramentas de controle de intensidade de treino. Geralmente, professores de academia, técnicos de natação e clubes usam ancoragens verbais para descrever intensidades de treino, mas comparar parâmetros de velocidade auto selecionada e determinada na natação a partir de ancoragens verbais e PSE pode ser uma descoberta valiosa na literatura. Portanto, há uma necessidade de mais estudos destinados a explorar essas questões. O estudo de (GIOVANELLI *et al.*, 2020) utilizou a ancoragem verbal e a PSE para descrever a intensidade do treinamento em nadadores, mas há uma necessidade de mais pesquisas para examinar como esses métodos podem ser aplicados em diferentes níveis de condicionamento e em atletas recreacionais.

A partir do estudo citado acima acredita-se que o método pode ser aplicado em nadadores de diferentes níveis. A utilização deste protocolo poderá auxiliar na identificação do limiar de lactato em um protocolo submáximo com o auxílio da ferramenta PSE, o qual posteriormente poderá ser aplicado para nadadores de diferentes níveis, em lugares como academias e clubes de treinamento tanto no âmbito amador ou profissional.

Acredita-se que o protocolo descrito no estudo citado acima possa ser aplicado em nadadores de diferentes níveis, auxiliando na identificação do limiar de lactato em um protocolo submáximo por meio da ferramenta PSE. Essa abordagem pode ser aplicada em ambientes como academias e clubes de treinamento, tanto para atletas amadores quanto profissionais. Dessa forma, a utilização da PSE pode se tornar uma ferramenta útil para o controle de intensidade de treinamento em nadadores de diferentes níveis. No entanto, ainda são necessários mais estudos para validar a eficácia e aplicabilidade desse método em diferentes populações de nadadores.

## 2.9 PROTOCOLOS DE TESTE NA IDENTIFICAÇÃO DO LIMIAR ANAERÓBIO

A literatura apresenta diferentes protocolos de teste para identificação do Limiar de Lactato na natação. Observa-se que protocolos progressivos são os mais utilizados em atletas nadadores em comparação com protocolos de ritmo contínuo auto selecionado. Protocolos progressivos como por exemplo 7 x 200 metros (CAMPOS *et al.*, 2014; GABRIELA; GATTI, 2004; LIMA *et al.*, 2006; MICHELE *et al.*, 2012) ou 7-8 de 100 metros (DA SILVA *et al.*, 2021; MAGLISCHO; DO NASCIMENTO, 2003) são protocolos com uma exigência maior da capacidade do atleta o que em determinadas situações pode não ser uma boa opção de protocolo para nadadores com baixo nível de experiência. O aumento de intensidade durante o protocolo ou número de repetições pode ser muito abrupto fazendo com que o atleta não consiga executar a intensidade máxima ou tempo programado no último estágio do teste (DA SILVA *et al.*, 2021; KESKINEN; KOMI; RUSKO, 1989).

É também questionável a distância a ser realizada no protocolo pelo atleta dependendo da sua especificidade, nadador velocista, meio fundista ou de longa distância. Nota-se que ao multiplicar 7 estímulos de 200 metros obtemos uma distância total de 1400 metros, diferente de 7 a 8 estímulos de 100 metros que totaliza 700 a 800 metros nadados em alta intensidade. Esse fator pode ser determinante na escolha de um teste para identificação do limiar de lactato em atletas nadadores experientes e nadadores não experientes, pois de acordo com a especificidade ou experiência do nadador em nadar 100 metros ou 200 metros em uma competição, o mesmo pode conseguir ou não sustentar a alta intensidade durante o teste.

O autor Maglischo (1999) descreve que a maior produção de lactato no treinamento de natação é mais comumente em estímulos de velocidade de 50 e 100 metros e as melhores metragens de piscina para realizar esses estímulos são de 25 a 50 metros de comprimento. Essas distâncias são longas o suficiente para estimular altas taxas de lactato quando realizadas em velocidade máxima o qual acidose irá diminuir a capacidade de manter o estímulo em velocidade do limiar anaeróbio.

Ao descrever alguns testes com distâncias de 200 metros, podemos verificar diferentes objetivos e diferentes níveis de atletas participantes dos estudos. No estudo de Pyne; Lee; Swanwick, (2001) com 12 nadadores, sendo estes, oito homens e quatro mulheres com idade entre 20 e 27 anos do *Australian Institute of Sport*, time nacional australiano, realizaram 7 x 200 metros incremental com objetivo

de determinar mudanças no perfil de lactato em diferentes aspectos na aptidão de resistência. Gabriela; Gatti, (2004) com objetivo de analisar as respostas fisiológicas e biomecânicas de nadadores em diferentes intensidades de nado utiliza um protocolo de 8 x 200 metros nado livre com velocidades de 80%, 85%, 90%, 95% e 100% do percentual de esforço e Anderson *et al.*, (2006) com 40 nadadores sendo eles 24 homens e 16 mulheres de nível nacional e internacional representativos de meia distância realizaram 7 x 200 metros incremental em diferentes temporadas, com objetivo de caracterizar as mudanças e variabilidade no desempenho do teste de nadadores na temporada e entre temporadas ao longo de sua carreira competitiva de elite.

É importante destacar que nestes protocolos de teste progressivo a metragem de 200 metros parece ser a mais utilizadas em artigos científicos a partir de uma revisão sistemática no estudo de Da silva, *et al.*, (2019). A relação comum nestes testes progressivos de 200 metros, é o nível dos nadadores, sendo estes nacional ou internacional, o que mostra a grande capacidade de sustentar o aumento progressivo de intensidade durante o teste.

Neste mesmo estudo Da silva *et al.*, (2019) também descrevem testes progressivos de 100 e 400 metros, como por exemplo o de Deminice *et al.*, (2007) o qual participaram estudo 10 nadadores (oito do sexo masculino e dois do feminino), com idade média de 16 anos pertencentes à equipe de natação da Sociedade Portuguesa de Desportos da cidade de Ribeirão Preto- SP. Os atletas realizaram 6 x 100m progressivo no estilo crawl, o objetivo do estudo foi determinar a tolerância à acidose através de uma série de nados intervalados de alta intensidade. Em outro estudo Da silva, *et al.*, (2021) com 15 nadadores de nível nacional com idade média de 16 anos realizaram 7-8 x 100 metros progressivo com objetivo de verificar a eficácia do limiar de esforço percebido (RPET) para prever o limiar anaeróbio durante o teste incremental de jovens nadadores competitivos.

Nos protocolos de 400 metros, participaram no estudo de Hoefelmann *et al.*, (2011) nove atletas de natação do sexo masculino com idade média de dezoito anos, de nível regional e estadual envolvidos no programa de treinamento de no mínimo dois anos, os atletas realizaram 3 x 400m nado crawl a 80%, 85% e 90% da velocidade máxima com objetivos de comparar diferentes métodos utilizados para prever a máxima fase estável de lactato. Em outro estudo (MACHADO, M. V. *et al.*, 2011) com dez nadadores das categorias Junior e Juvenil com idade média de

16 anos, os atletas realizaram 3 series de 4 estímulos de 400 metros com velocidades correspondente a 98%, 100% e 102% de velocidade crítica, com intervalos de 45 e 60 segundos entre estímulos, com objetivo de determinar o efeito de 12 semanas de treinamento na velocidade crítica e máxima fase estável de lactato em nadadores.

Comparando os protocolos de 100 e 400 metros progressivos ou até mesmo em estímulos máximos contínuo, o nível de experiência dos nadadores é muito importante na realização do protocolo, é visto nos artigos que a maioria dos atletas possuem experiência a nível nacional ou internacional ou até mesmo 2 anos ou mais de experiência em treinamento de natação. No artigo de Da Silva, *et al.*, (2021) o qual utilizaram o protocolo de 100 metros os autores descrevem que 1 nadador em meio ao estudo não conseguiu completar o protocolo de teste finalizando o último estímulo no tempo proposto, contudo a partir do sétimo estímulo foi possível fazer a identificação do limiar de lactato de acordo com o método utilizado ( $D_{máx}$ ).

A metragem de 200 metros parece estar melhor caracterizada tanto para grupos de nadadores velocistas quanto para meio fundistas (ANDERSON *et al.*, 2006; CAMPOS *et al.*, 2014; DEKERLE *et al.*, 2002; GABRIELA; GATTI, 2004; KOKUBUN, 1996; LIMA *et al.*, 2006; MALONE *et al.*, 2014; PYNE; LEE; SWANWICK, 2001). Ao compararmos com a proposta deste estudo a distância de 200 metros parece ser a mais adequada a ser utilizada.

Ao utilizar diferentes protocolos na identificação do limiar de lactato também é importante analisarmos o método que está sendo utilizado. Para a identificação do LL pelo método  $D_{máx}$  (CHENG *et al.*, 1992; DA SILVA, *et al.*, 2021) é necessário fazer um teste de protocolo progressivo respeitando a intensidade programada de cada etapa do protocolo ao ponto das concentrações de lactato serem correspondidas de forma aumentativa. De outra forma é visto na literatura em três estudos a identificação do limiar de lactato pela interpolação de dados em teste progressivo de 200 metros baseado na concentração fixa de 4 Mmol (CAPUTO *et al.*, 2002; KOKUBUN, 1996; TOUBEKIS; TSAMI; TOKMAKIDIS, 2006), um protocolo de menor distância o qual se inicia em intensidades mais altas quando comparado ao estudo de DA SILVA *et al.*, (2021).

O autor Kokubun, (1996) verificou na natação se a velocidade crítica poderia corresponder ao  $L_{An}$  determinado pelo lactato sanguíneo, participaram do estudo 48 nadadores de ambos sexos, envolvidos em programa regular de treinamento de

natação, filiados à Federação Paulista de Natação, os atletas desempenharam 3 x 200 m em nado crawl, a intensidade de 85, 95 e 100% da velocidade máxima para a distância. De forma semelhante com o objetivo de analisar os efeitos do treinamento de natação na intensidade do limiar anaeróbio (LAn), determinado na piscina e no ergômetro de braço Caputo *et al.*, (2002) descreve que sete nadadores com performance de nível regional que estavam treinando regularmente a dois anos desempenharam 3 x 400 metros, um estímulo a 100%, outros dois a 85% e 95% da performance máxima nos 400m. Nestes estudos o Limiar Anaeróbio foi encontrado através de interpolação linear, entre a velocidade média para cada intensidade e sua respectiva concentração de lactato, em que foi considerada uma concentração fixa de lactato de 4mM (HECK *et al.*, 1985). A identificação do método e intensidades progressivas foram os mesmos, porém as distancias adotadas nos estudos foram diferentes.

É mostrado também no estudo de Toubekis, (2006) em 20 nadadores (10 homens e 10 mulheres) experientes em natação (4 anos de treinamento) de idade média de 12 anos a utilização de um protocolo de 4 x 200 metros progressivo com intensidades de 80, 85, 95 e 100% da velocidade máxima dos 200 metros, a identificação do LL foi determinado a partir da curva de velocidade do lactato pela intersecção das linhas que conectam os dois pontos superiores e os dois pontos inferiores da curva de velocidade e lactato (PYNE; LEE; SWANWICK, 2001), a partir da concentração correspondente de 4 Mmol adotada para limiar de lactato (MADSEN; M., 1987).

A partir dos dados, os três estudos nos parágrafos acima mostram que é possível fazer a identificação do limiar anaeróbio por meio do protocolo progressivo de 200 metros adotando a concentração do limiar de lactato em valor de 4 Mmol. Alguns estudos recentes com nadadores utilizando outros protocolos também mostram que a identificação do limiar de lactato pelo valor fixo de 4 Mmol ainda continua sendo utilizado (CARVALHO *et al.*, 2020; RIZZATO *et al.*, 2018). Outro ponto importante a ser destacado no estudo de Da Silva *et al.*, (2019) é que em grande parte dos estudos apresentados a velocidade critica continua corresponde a uma velocidade no limiar anaeróbio, o qual apresentando uma correlação forte positiva de  $r=0,89$ . Os resultados encontrados pelos autores demonstraram que métodos diretos e indiretos para determinação do LAn (4 Mmol) possuem

correlações positivas e significativas (HOEFELMANN *et al.*, 2011). Esses estudos indicam que a VC é um método confiável para predizer o LAn em nadadores.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 TAMANHO DA AMOSTRA

O tamanho da amostra foi calculado por meio do software GPower® software (version 3.1.3 – Düsseldorf, Germany ) (FAUL *et al.*, 2007), considerando o estudo de Giovanelli *et al.*, (2020) que obteve um  $R^2= 0,80$  e  $r=0,89$  de correlação obtida entre o  $VO_2$  e limiar anaeróbio. Foi adotado para este estudo um  $r = 0,89$ , um erro  $\beta$  tolerável de 0,20 (20%) e um poder estatístico ( $\alpha$ ) de 0,05 (5%). Portanto, o tamanho da amostra desejável para a obtenção de resultado significativo foi de 7 sujeitos do mesmo sexo. Considera-se uma possível perda amostral de 30%, tem-se então um número de 9 participantes para a pesquisa. Contudo, foram convidados a participarem do estudo 15 indivíduos, por amostragem intencional para um poder estatístico maior.

O estudo passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos local, credenciado pelo Conselho Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP nº CAEE: 60237522.3.0000.0102; Número do Parecer: 5.616.853. Cada participante foi informado sobre os procedimentos e riscos a que seriam submetidos, e foram conduzidos de acordo com os procedimentos éticos propostos pela Declaração de Helsinki (World Medical Association, 2001). Em seguida, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, concordando com a participação voluntária no estudo.

#### 3.2 CARACTERÍSTICA DA PESQUISA

Este estudo trata-se de um delineamento descritivo correlacional, de caráter transversal. (Thomas; Nelson; 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.

### 3.3 CARACTERÍSTICA DA AMOSTRA

A amostra foi composta por atletas de natação do sexo masculino não federados, de nível recreacional, as características recreacionais são descritas como sujeitos que treinam em média 3 a 4 vezes na semana, uma hora por dia, com um volume de treinamento de no máximo 10.000 metros por semana e não esteja competindo em competições a nível nacional credenciado por confederação ou federações, A estruturação do estudo foi baseada na disponibilidade de atletas voluntários do sexo masculino, que foi maior do que a do sexo feminino. Como o número de atletas femininas era menor que 15, não foi possível incluí-las no estudo devido a questões estatísticas e de amostragem. Portanto, os sujeitos selecionados foram exclusivamente do sexo masculino, de forma a garantir um número adequado de participantes para a realização do estudo. É importante ressaltar que essa escolha não representa uma discriminação de gênero, mas sim uma limitação baseada nas condições do estudo.

A idade dos participantes foram entre 23 e 45 anos (categorias máster) (PAULISTA, 2017), os indivíduos selecionados a participar do estudo eram vinculados a uma equipe de natação o qual treinam em diferentes localidades e em contato com técnico de natação os participantes foram selecionados previamente e convidados a participar do estudo.

### 3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Os critérios de inclusão da pesquisa envolvem: (1) indivíduos do sexo masculino; (2) Atletas recreacionais de natação que não esteja competindo a nível nacional ou internacional por federações; (3) Idade de 20 a 45 anos. Os participantes deveriam: (4) estar treinando há, no mínimo, 1 ano e 6 meses, de uma a seis vezes por semana, e (5) participantes que tenham apresentado do atestado médico para realização de atividades esportivas na academia ou clube.

Como critério de exclusão serão adotados: (1) nadadores que não conseguirem completar o protocolo de teste, (2) que contenham históricos de lesões

musculoesqueléticas e/ou ortopédicas recentes; (3) que possuem patologias cardiorrespiratórias.

### 3.5 DESENHO EXPERIMENTAL

Meses antes ao primeiro contato com os nadadores, os pesquisadores fizeram uma reunião com técnicos e comissão técnica com o intuito de fornecer informações de uso e exemplificação da escala de percepção de esforço. O objetivo dessa reunião foi propor aos técnicos e professores da equipe uma familiarização da escala previamente ao início do estudo e descrever a importância do estudo para os nadadores.

No primeiro contato os nadadores assinaram o termo de consentimento livre esclarecido e preencheram a anamnese. Em seguida receberam instruções em relação ao teste físico que iriam realizar assim como explicação e exemplificação das escalas perceptuais, após foi realizado pelos pesquisadores a avaliação antropométrica nos participantes.

Os nadadores foram avaliados dentro do período de 6 dias, compostos por quatro momentos (Testes máximos, protocolo submáximo, velocidade crítica e protocolo de teste progressivo) com intervalos de 2 dias para os testes máximos e 1 dia para os protocolos auto selecionado, VC e progressivo. Os testes aconteceram em piscina de 25 por 12 metros de oito raias com temperatura de água de 25 a 28°C de acordo com o recomendado pela FINA, (2019). O aquecimento dos Testes máximos, Teste progressivo, velocidade crítica foi padronizado de acordo com o protocolo descrito no item 3.6.3 e o aquecimento do protocolo submáximo conforme a descrição do protocolo no item 3.6.4.4

#### **Testes máximos**

Os nadadores preencheram uma anamnese, foi verificado peso corporal, estatura, dobras cutâneas (etapa 1). Em seguida os nadadores realizaram um aquecimento padronizado (item 3.6.3) e logo após o aquecimento, três estímulos (etapa 2) em intensidades máximas, 400, 200 e 100 metros nado crawl com intervalos entre estímulos de 45 minutos (NERIC *et al.*, 2009). Todos os estímulos foram realizados com saída dentro da água. Após cada estímulo foi coletado tempo, [La] e PSE para análises posteriores.

### **Protocolo de Teste submáximo Adaptado (RABIT - Running Advisor Billat Training)**

Neste momento o atleta realizará o protocolo de teste submáximo (item 3.6.4.4) com coletas de percepção subjetiva de esforço e [La] imediatamente após o estímulo de cada bloco. O atleta nadará 10 minutos em ritmo de aquecimento com um minuto de intervalo, 5 minutos em ritmo moderado e em seguida 4 minutos em ritmo forte.

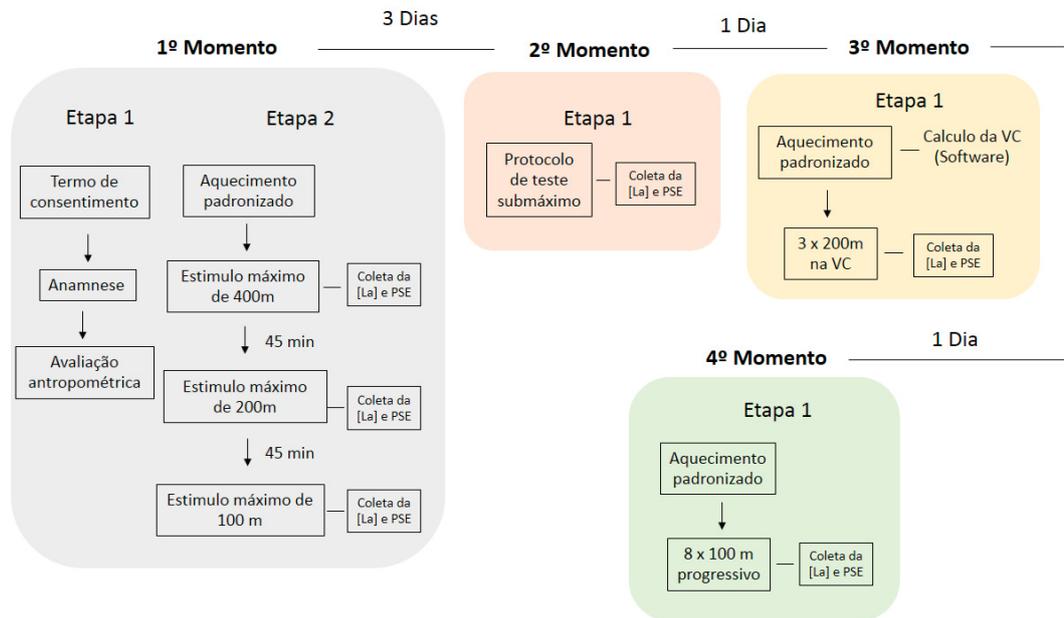
#### **Velocidade crítica**

Neste momento também foi realizado um aquecimento padronizado (item 4.6.3) e em seguida a partir dos dois estímulos máximos realizados, 400 e 100 metros ( $r=0,82$ ) (COSTA *et al.*, 2009; DEKERLE *et al.*, 2002; WAKAYOSHI *et al.*, 1993), foi calculado a velocidade crítica individual do atleta por meio de um cálculo matemático (item 3.6.4.3). Os participantes foram orientados a cumprir um protocolo de 3 estímulos de 200 metros (item 3.6.4.3) na velocidade crítica com o objetivo de identificar as [La] nessa velocidade, em cada intervalo será coletado a percepção de esforço e as [La].

#### **Teste progressivo**

Os nadadores realizaram um aquecimento padronizado (item 3.6.3) e em seguida realizaram o protocolo progressivo de 8 x 100 metros nado crawl (item pág. 53**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) (MAGLISCHO; DO NASCIMENTO, 2003) com saídas dentro da água. Após cada estímulo foi coletado [La] e PSE para análises posteriores.

FIGURA 1 - DESENHO DA PESQUISA. [La] – CONCENTRAÇÃO DE LACTATO; PSE – PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO; VC- VELOCIDADE CRÍTICA.



Fonte: autoria própria

## 3.6 PROCEDIMENTOS

### 3.6.1 Avaliação antropométrica

Antes da execução do teste e, para a caracterização da amostra, foram coletadas o peso corporal e estatura por meio de uma balança da marca Toledo® scale (model 2096 Pp Standard - Toledo, São Bernardo do Campo, Brasil) e estadiômetro da marca Sanny® brand stadiometer (ES2040 - American Medical, São Bernardo do Campo, Brasil). As medidas das dobras cutâneas foram coletadas nas seguintes regiões do corpo – subescapular, tricipital, peitoral, axilar média, supra ilíaca, abdominal e coxa medial – foram 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:

$$D = 1.112 - (0.00043499 \times \Sigma(\text{SB, TR, PT, AXM, SI, AB, CXM})) + (0.00000055 \times \Sigma(\text{SB, TR, PT, AXM, SI, AB, CXM}) \times \Sigma(\text{SB, TR, PT, AXM, SI, AB, CXM})) -$$

$$(0.00028826 \times \text{Idade}) \quad (1)$$

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

$$\%G = (4.95/D) - 4.5 \times 100 \quad (2)$$

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

### 3.6.2 FINA points

O Fina points (P) foi calculado usando uma curva cúbica a partir das seguintes variáveis, Tempo nadado em segundos (T) e o tempo base (B) (Disponível no site FINA) em segundos:  $P = 1000 * (B/T)^3$ . A Tabela de Pontos FINA permite comparações de resultados entre diferentes eventos. Essa pontuação atribui valores de pontos para performances de natação em diferentes provas. O score mais alto no Fina points pode chegar até 1000, indicando que o score mais próximo desse valor apresenta um nado mais veloz.

### 3.6.3 Aquecimento

Os nadadores terão instruções de realização de um aquecimento adaptado conforme recomendado por no estudo de Neiva *et al.*, (2014), que seguirão de acordo com a descrição (NEIVA *et al.*, 2015).

Deverão realizar uma distância de 500 a 700 metros de moderada intensidade, com estímulos de diferentes intensidades priorizando a técnica do nado crawl, assim como também variações de distância (curta e média) e intensidades (alta intensidade) simulando o pacing do estímulo máximo a ser realizado. Será adotado também uma recuperação de no mínimo 20 minutos para recuperação até o estímulo máximo.

QUADRO 1 - AQUECIMENTO PADRONIZADO ADAPTADO (NEIVA ET AL., 2015)

<b>Aquecimento</b>	<b>Descrição</b>
150m	Nadar em velocidade normal - 5 braçadas para uma respiração
2 x 100m a cada 1'50	100m -25m rápido e 25m aumento o comprimento de braçada
4 x 50m a cada 1'00	1- 50m nado com boa técnica 1 - 50m progressivo aumentando a velocidade 2 - 25m velocidade do pacing do estímulo máximo e 25m nadando baixa velocidade
100m	Nadar em baixa velocidade

Fonte: Autoria própria

### 3.6.4 Protocolo de teste

#### 3.6.4.1 Testes máximos

Após o aquecimento padronizado o atleta realizou estímulos máximo com saída dentro da água, o primeiro será de 400 metros, em seguida o atleta terá um descanso de 45 minutos para a realização do próximo estímulo máximo, o qual será 200 metros e por último após um descanso de 45 minutos (NERIC *et al.*, 2009) a realização de um estímulo de 100 metros. Será coletado imediatamente após os estímulos as [La] e PSE, será considerado estímulo máximo uma PSE reportada em valor 10 ou superior pela escala Cr-10 de Borg.

#### 3.6.4.2 Protocolo submáximo Adaptado (RABIT - Running Advisor Billat Training)

O uso deste protocolo de teste foi adaptado para o meio aquático. O protocolo original é um teste constituído em quatro etapas de ritmo auto selecionadas em que o aplicador do teste passa as seguintes instruções para os atletas corredores: 1) correr dez minutos em ritmo de aquecimento livre 2) correr cinco minutos em ritmo médio (PSE= 13) 3) correr três minutos em ritmo forte (PSE = 15) 4) correr dez minutos em ritmo fácil (PSE = 11). Entre cada etapa, os atletas recuperavam um minuto em pé. Quando realizado, foi solicitado aos participantes

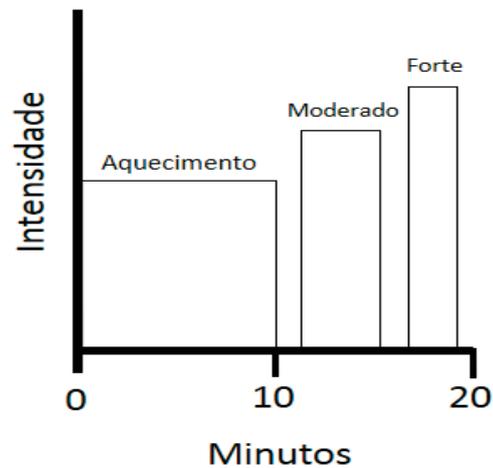
correr sem relógio para evitar influências externas. Durante todo o RABIT, os participantes vestiram o equipamento para avaliar o  $Vo_2$  (K5 – cosmed) para coletar parâmetros cardiorrespiratórios. Em seguida, eram calculados a média dos dados do último minuto de cada etapa e foi comparado o passo 4 (ritmo fácil) com o Limiar aeróbio, o passo 2 (ritmo médio) com o limiar anaeróbio e o passo 3 (ritmo forte) com valores máximos.

Para a natação o protocolo de teste foi constituído em 1 momento o qual o aplicador do teste passou as seguintes instruções para os nadadores. Para este protocolo a escala de Borg utilizada foi a Cr-10 (BORG; BORG, 2019). Será dado a instrução apenas pela ancoragem verbal aos nadadores, ritmo de aquecimento, ritmo moderado e ritmo forte, sem a utilização do valor de PSE que deverá ser nadado (Figura 4). Os valores de PSE foi equiparado de acordo com o estudo de Borg, (2010) onde o valor de PSE 13 na escala Borg6-20 equivale a 3,5 na Cr10 e o valor 15 na escala de Borg 6-20 equivale a 5,5 na escala Cr10.

- 1) Nadar dez minutos em ritmo de aquecimento livre (sem valor na escala de PSE)
- 2) Nadar cinco minutos em ritmo moderado (PSE= 3,5)
- 3) Nadar quatro minutos em ritmo forte (PSE= 5,5)

Entre cada estímulo (fase), os nadadores recuperaram um minuto em pé dentro da água. Foi pedido aos participantes para nadar sem relógio para evitar influências externas. Durante o protocolo os avaliadores observaram a velocidade média e tempo de cada 50 metros durante todas etapas. Ao final de cada etapa foi coletado uma amostra de sangue para análise das [La] e PSE.

Para identificação do limiar de lactato foi adotado as concentrações de lactato ao final de cada estímulo e o cálculo da velocidade média. Para cálculo da velocidade média, foi contabilizado a maior distância percorrida mais próxima dos minutos finais de cada bloco. Ou seja, o avaliador verificava se naquela parcial ficaria mais próximo do tempo final de cada bloco, podendo tomar a decisão de parar o atleta ou pedir para ele fazer mais uma parcial, mesmo passando alguns segundos do tempo programado no protocolo.

FIGURA 2 - PROTOCOLO DE TESTE SUBMÁXIMO ADAPTADO DE GIOVANELLI *ET AL.*, (2020)

Fonte: A autoria própria

### 3.6.4.3 Velocidade crítica

Para calcular a velocidade crítica foi utilizado os tempos dos dois estímulos máximos, 100 e 400 metros ( $r=0.82$ ) (COSTA *et al.*, 2009; DEKERLE *et al.*, 2002; TOUBEKIS; TSAMI; TOKMAKIDIS, 2006; WAKAYOSHI *et al.*, 1993).

A velocidade crítica de cada atleta foi calculada a partir seguinte fórmula (GINN, 1993; SOUSA; VILAS-BOAS; FERNANDES, 2012):

$$VC = \frac{(D2 - D1)}{(T2 - T1)}$$

VC= Velocidade Crítica (m/s); D1= Distância 1 (100 metros); D2= Distância 2 (400 metros); T2= Tempo dos 400 m em segundos; T1= Tempo dos 100 m em segundos.

Desta forma o resultado será em metros por segundo (m/s), para identificar o tempo em que o atleta deve nadar deve-se fazer o cálculo:

$$\text{Tempo (segundos)} = \frac{\text{Distância (metros)}}{\text{VC (metros por segundo)}}$$

As coletas das [La] e PSE na velocidade crítica foi por meio do protocolo de 3 estímulos de 200 metros (protocolo adaptado) (MAGLISCHO; DO NASCIMENTO, 2003) com intervalos de 1 minuto entre estímulos com coletas de lactato e percepção subjetiva de esforço ao final de cada estímulo. O controle de velocidade para se estabelecer o mesmo tempo (VC) nos 3 x 200m foi feito através da divisão do tempo de cada 200m por 4 (equivalente a 4 x 50m). O atleta saiu da parte de baixo borda da piscina, no momento em que o avaliador fez o aviso sonoro com o apito o atleta deverá estar fazendo a virada completando 50 metros, no próximo aviso sonoro 100 metros, em seguida 150 metros até completar 200 metros. Cada aviso sonoro equivaleu uma parcial de 50 metros. Na borda da piscina tinha um avaliador auxiliando de forma gestual o pacing do atleta caso o nadador não escutasse o estímulo sonoro, priorizando que o mesmo faça ajustes de velocidades dentro dos 200 metros.

#### 3.6.4.4 Protocolo progressivo – 8 de 100 metros crawl

Foi utilizado o protocolo progressivo de 8 x 100metros (MAGLISCHO; DO NASCIMENTO, 2003) o qual é descrito da seguinte maneira:

1. Nadar 3 X 100 com um minuto de repouso entre as repetições a 75% do esforço. Repouso de três minutos. Coleta de amostra sangue entre o segundo e o terceiro minutos.

2. Nadar 2 X 100 com um minuto de repouso entre as repetições a 85% do esforço. Repouso de 4 minutos. Coleta de amostra de sangue entre o terceiro e quarto minuto.

3. Nadar 1 X 100 a 90% de esforço. Repouso de seis minutos. Coleta de amostra de sangue entre o quarto e quinto minuto.

4. Nadar 1 X 100 a 95% de esforço. Repouso de 20 minutos. Coleta de Amostra de sangue entre o quinto e sexto minuto.

5. Nadar 1 X 100 a 100% do esforço. Coleta e amostra de sangue entre o quinto e sexto minuto.

O controle de velocidade para se estabelecer os tempos de acordo com a porcentagem, foi feito através da divisão do tempo de cada estímulo por 4 (equivalente a 4 x 25m). O atleta saiu da parte de baixo borda da piscina, no

momento em que o avaliador fez o aviso sonoro com o apito o atleta deveria estar fazendo a virada completando 25 metros, no próximo aviso sonoro 50 metros, em seguida 75 metros até completar 100 metros. Cada aviso sonoro equivalera a uma parcial de 25 metros. Na borda da piscina teve um avaliador auxiliando de forma gestual o pacing do atleta caso o nadador não escute o estímulo sonoro, priorizando que o mesmo faça ajustes de velocidades dentro dos 100 metros.

Após cada estímulo foram coletados a PSE e 0,7 µl de sangue na ponta do dedo de acordo com o protocolo, para posterior análise do lactato sanguíneo. O LL foi encontrado através do método D<sub>máx</sub> (CHENG *et al.*, 1992; DA SILVA *et al.*, 2021). O método D<sub>máx</sub> consiste em determinar o ponto em uma curva de ajuste polinomial de lactato sanguíneo pela intensidade do exercício, em que a maior distância perpendicular da linha traçada conectando o primeiro e o último ponto desta curva. A curva polinomial de terceira ordem foi representada pela seguinte equação:

$$[La] = a + b.v + c.v^2 + d.v^3$$

Onde,  $v$  é a velocidade ( $m / s^{-1}$ ) durante o teste incremental;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $d$  são os parâmetros da curva; e  $[La]$  é o valor previsto da concentração de lactato em função da velocidade (Machado *et al.*, 2011). Os Parâmetros  $a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $d$  foram determinados com o auxílio do programa Origem PRO 8.

### 3.6.5 Coleta de Lactato

As  $[La]$  foram obtidas por meio de tiras reagentes (Nova Biomédica Faltam, MA 02454 USA) quando foram coletado 0,7 ml de sangue requerido pelo aparelho da ponta do dedo indicador esquerdo, por meio de materiais descartáveis (perfuradores), e analisadas através de um lactímetro portátil (Lactate Plus – L+, Nova Biomedical, USA), (Figura 4) anteriormente validado e confiável para a utilização (TANNER; FULLER; ROSS, 2010). Após a coleta de sangue, amostras biológicas coletadas (sangue das tiras reagentes da ponta do dedo indicador, para a avaliação das concentrações de lactato sanguíneo) foram destruídas/descartadas imediatamente em local apropriado para descarte de materiais biológicos.

FIGURA 3 - APARELHO PARA ANÁLISE DAS [LA] - LACTATE PLUS, E FITAS DE COLETA SANGUÍNEA



Fonte: novabiomedical.com

### 3.6.6 PSE

Um mês anteriormente aos testes, os treinadores e nadadores receberam a escala de PSE assim como instruções do uso da mesma. Para uma familiarização, essa escala foi utilizada uma semana previamente ao teste durante a rotina de treino dos nadadores.

Previamente a aplicação dos protocolos (teste máximo, teste de ritmo contínuo auto selecionado, VC e teste progressivo) de teste utilizando a PSE, todos os nadadores receberam novamente instruções padronizadas em relação ao uso da escala, nesta instrução receberam informações gerais sobre a relação entre os números e as ancoragens verbais e também uma escala em mãos para visualização durante as explicações (BORG, 2010).

A PSE foi mensurada por meio da Escala CR-10 de BORG, (1982) (Figura 4) (ANEXO 1), através da seguinte pergunta: “Qual é a sua sensação em relação ao seu esforço?”. Anteriormente ao primeiro momento houve uma familiarização dos indivíduos com a escala, instruindo-os a seguirem as ancoragens propostas pelo protocolo.

FIGURA 4 - ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO CR-10

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

Escala RPE de Borg  
© Gunnar Borg, 1981, 1982, 1983

Fonte: Borg, (1982) modificada por Foster, *et al.*, (2001).

#### 4 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Os dados do estudo foram expressos em média e desvio padrão e algumas análises foram mostrados valores mínimos e máximos. A normalidade dos dados foi analisada através do teste Shapiro-Wilk. Considerando os dados normais a análise de variância de uma via (ANOVA one-way) foi utilizada para a comparação dos dados identificados (Velocidade (m/s); [La] (Mmol) e PSE (U.A.)) em diferentes intensidades (teste progressivo, teste de velocidade crítica e testes submáximos). Foi utilizado o teste post hoc de Tukey para identificar as diferenças encontradas entre valores das velocidades, [La] e PSE nos diferentes testes. Testada a normalidade através do teste de Shapiro-Wilk e considerado dados normais, foi utilizado também o teste t (*Student's t-test*) para verificar a diferença entre velocidades, % percentual da intensidade e tempo no D<sub>máx</sub> La e D<sub>máx</sub> PSE no protocolo progressivo, diferenças de tempos programados e realizados entre estímulos nos diferentes protocolos. A análise da relação entre as velocidades, [La] e PSE em diferentes testes (teste progressivo, teste de velocidade crítica e testes submáximos) foram feitos através da correlação simples de Spearman e classificadas de acordo com Cohen, (1988):  $r < 0,10$  muito pequena;  $r = 0,10-0,30$  pequena;  $r = 0,30-0,50$  moderada;  $r = 0,50-0,70$  alta;  $r = 0,70-0,90$  muito alta;  $r > 0,90$

quase perfeita . Os gráficos de limites de concordância de Altman; Bland, 2012; e Hirakata; Camey, (2009) também foram utilizados para a análise de concordância entre as medidas que apresentaram correlação significativa. A diferença entre os valores medidos a partir de dois métodos foi traçada no eixo y em função das suas médias, no eixo x. O limite de concordância envolveu a média das diferenças de dois métodos  $\pm 1.96$  DP (LOA). O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para o RFA estimado foi calculado por meio da equação de regressão linear entre os valores de velocidade no método Dmáx, VC e RFA. 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).

## 5 RESULTADOS

A Tabela 1 descreve as características antropométricas da amostra masculina participante do estudo.

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DA AMOSTRA (N=15)

Variáveis	Média $\pm$ DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	29,73 $\pm$ 5,32	23	45
Peso (kg)	78,75 $\pm$ 12,87	61	108
Estatura (cm)	176,73 $\pm$ 6,24	167	188
Envergadura (cm)	178,13 $\pm$ 6,89	165	191
Percentual de gordura	17,46 $\pm$ 4,43	9,9	24

Fonte: Autoria própria.

Nota: Valores expressos em média e desvio padrão (DP). Kg- quilogramas; cm- centímetros.

Na Tabela 2 são mostrados as características de treinamento, performance e score *FINA* (Fédération internationale de natation) de desempenho dos estímulos máximos 100, 200 e 400m crawl dos participantes do estudo. Todos os participantes do estudo reportaram no questionário o nado crawl ser seu melhor nado durante o treino ou de forma competitiva.

TABELA 2: CARACTERÍSTICAS DE TREINAMENTO E PERFORMANCE DA AMOSTRA

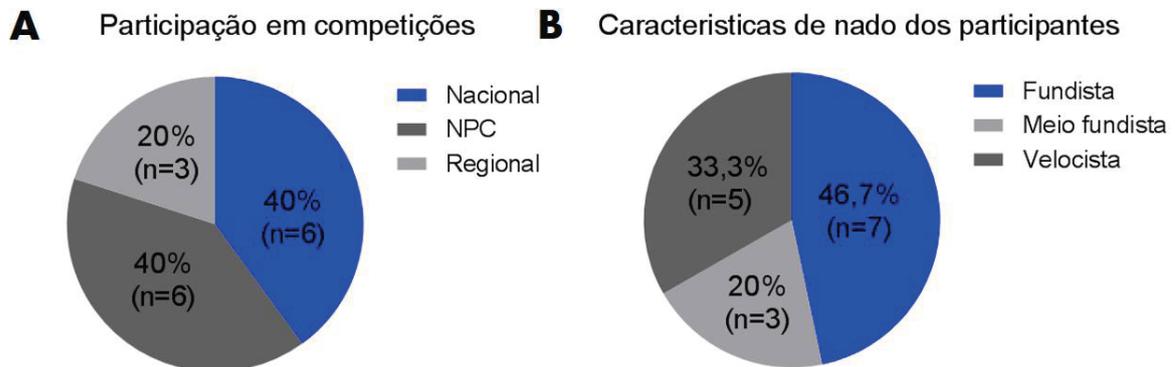
	Média ± DP	Mínimo	Máximo
Tempo de pratica natação (anos)	9,84 ± 8,26	1,6	36
Minutos por dia da prática de natação (minutos)	56,66 ± 15,88	30	90
Frequência semanal (vezes)	3,00 ± 1,46	1	6
Tempo semanal (minutos)	186,66 ± 130,36	30	540
Metragem média percorrida por dia (metros)	2520,00 ± 1059,11	1200	5000
<i>Fina</i> Points dos participantes do estudo (400 metros)	304,56 ± 131,12	142,7	642,17
<i>Fina</i> Points dos participantes do estudo (200 metros)	268,08 ± 108,85	125	461,4
<i>Fina</i> Points dos participantes do estudo (100 metros)	276,44 ± 113,11	141,15	453,33
MT 400 metros (segundos)	338,93 ± 46,43	255	421
Velocidade do MT 400 metros (m/s)	1,20 ± 0,16	0,95	1,57
[La] nos 400 metros máximos (Mmol)	8,11 ± 1,81	4,90	11,80
MT 200 metros (segundos)	164,00 ± 23,04	132	204
Velocidade do MT 200 metros (m/s)	1,24 ± 0,17	0,98	1,52
[La] nos 200 metros máximos (Mmol)	9,03 ± 1,70	5,80	13,40
MT 100 metros (segundos)	74,60 ± 10,43	61	90
Velocidade do MT 100 metros (m/s)	1,36 ± 0,19	1,11	1,64
[La] nos 100 metros máximos (Mmol)	10,35 ± 1,54	8,50	13,40

Fonte: Autoria própria.

Nota: Valores expressos em média e desvio padrão (DP). *FINA*- Fédération internationale de natation. m/s- Metros por segundo; MT- melhor tempo.

A Figura 5 (A) mostra em percentual o número de participantes que não participam de competições (20%), participam de competições a nível regional (40%) ou nacional para não federados (40%). É apresentado também a característica de nado dos participantes sendo estes participantes 46,7% fundistas, 33,3% velocistas e 20% meio fundistas com base em um questionário aplicado para os nadadores.

FIGURA 5 : PARTICIPAÇÃO EM CAMPEONATOS E CARACTERÍSTICA DE NADO DOS PARTICIPANTES DO ESTUDO.



Fonte: Autoria própria.

Nota: Valores expressos em percentual e número de participantes. NPC – Não participam de competição.

A Tabela 3 apresenta a análise de performance das parciais de 25 metros do protocolo de 8 de 100 metros progressivo. Foi comparado a parcial calculada a ser realizada com a parcial realizada durante o teste. Em nenhum estímulo, e em nenhuma parcial foi encontrado diferença estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

TABELA 3: ANÁLISE DE PERFORMANCE DAS PARCIAIS COM VALORES MÉDIOS DE 25 METROS NO PROTOCOLO DE 8 DE 100 METROS PROGRESSIVO.

E		1º Parcial (25m)	p	2º Parcial (50m)	p	3º Parcial (75m)	p	4º Parcial (100m)	p
1º	P	23,31 ± 3,26	0,89	46,62 ± 6,52	0,83	69,93 ± 9,78	0,99	93,25 ± 13,04	0,79
	R	21,86 ± 3,52		45,40 ± 6,70		69,26 ± 9,66		92,66 ± 12,56	
2º	P	23,31 ± 3,26	0,75	46,62 ± 6,52	0,67	69,93 ± 9,78	0,78	93,25 ± 13,04	0,82
	R	22,26 ± 3,08		45,33 ± 6,09		69,00 ± 9,37		92,46 ± 12,65	
3º	P	23,31 ± 3,26	0,83	46,62 ± 6,52	0,85	69,93 ± 9,78	0,83	93,25 ± 13,04	0,90
	R	22,06 ± 3,36		45,00 ± 6,29		68,80 ± 9,44		92,26 ± 12,71	
4º	P	21,58 ± 3,16	0,99	43,17 ± 6,32	0,97	64,75 ± 9,48	0,87	86,34 ± 12,64	0,81
	R	20,26 ± 3,30		41,86 ± 6,50		64,20 ± 9,73		85,40 ± 12,16	
5º	P	21,58 ± 3,16	0,69	43,17 ± 6,32	0,62	64,75 ± 9,48	0,68	86,34 ± 12,62	0,64
	R	20,73 ± 3,03		42,20 ± 5,78		64,06 ± 8,81		85,60 ± 11,69	
6º	P	20,51 ± 2,86	0,96	41,03 ± 5,73	0,93	61,54 ± 8,60	0,93	82,06 ± 11,47	0,93
	R	19,60 ± 3,08		40,06 ± 5,86		60,40 ± 8,58		80,86 ± 11,25	
7º	P	19,58 ± 2,73	0,58	39,16 ± 5,47	0,42	58,74 ± 8,21	0,79	78,33 ± 10,95	0,61
	R	18,80 ± 2,56		38,46 ± 4,91		58,60 ± 7,89		77,93 ± 10,20	
8º	P	18,65 ± 2,60	0,85	37,30 ± 5,21	0,75	55,95 ± 7,82	0,74	74,60 ± 10,43	0,75
	R	17,33 ± 2,79		35,80 ± 5,12		54,40 ± 7,63		72,53 ± 10,25	

Fonte: Autoria própria.

Nota: Valores expressos em média e desvio padrão (DP). E- Estimulo; P- Tempo programado; R- Tempo realizado; m- metros. p- p valor.

A Tabela 4 exibe os resultados da identificação do Dmáx La e Dmáx PSE nas variáveis tempo (segundos), velocidade (m/s) e porcentagem da intensidade realizada, a partir do protocolo progressivo de 8 de 100 metros. O Dmáx La e Dmáx PSE ocorreram em intensidades próximas. Contudo, não apresentaram diferenças significativas no tempo, velocidade e percentual da intensidade ( $p > 0,05$ ).

TABELA 4: IDENTIFICAÇÃO DO LIMIAR DE LACTATO PELO MÉTODO DMÁX

	Dmáx La	Dmáx PSE	p
Tempo (s)	80,11 ± 13,01	79,43 ± 12,11	0,88
Velocidade (m/s)	1,28 ± 0,20	1,28 ± 0,19	0,92
% da Intensidade	92,82 ± 4,94	93,63 ± 3,78	0,61
PSE (U.A.)		5,95 ± 1,95	
[La] Mmol	7,31 ± 1,66		

Fonte: Autoria própria.

Nota: Valores expressos em média e desvio padrão (DP). PSE – Percepção subjetiva de esforço; s – segundos; m/s metros por segundo; % - percentual; U.A – Unidades Arbitrarias; [La] – concentração de lactato; Mmol – Milimol.

A Tabela 5 apresenta análise de performance nas parciais de 25 metros no protocolo de 3 de 200 metros na velocidade crítica comparando o tempo programado com o tempo realizado. Como principais resultados, não foi encontrada diferença estatisticamente significativas entres parciais nos três estímulos ( $p < 0,05$ ).

TABELA 5: ANÁLISE DE PERFORMANCE COM VALORES MÉDIOS NAS PARCIAIS DE 25 METROS NO PROTOCOLO DE 3 DE 200 METROS NA VELOCIDADE CRÍTICA.

	1º Parcial (25m)	2º Parcial (50m)	3º Parcial (75m)	4º Parcial (100m)	5º Parcial (125m)	6º Parcial (150m)	7º Parcial (175m)	8º Parcial (200m)	p
1º	P 22,25 ± 2,71	44,49 ± 5,42	66,75 ± 8,14	89,00 ± 10,05	111,24 ± 13,56	133,50 ± 16,28	155,75 ± 18,99	177,99 ± 21,79	0,98
	R 21,06 ± 2,18	53,53 ± 5,40	66,26 ± 6,50	88,53 ± 10,02	111,33 ± 13,21	134,13 ± 16,10	155,93 ± 18,69	177,86 ± 21,71	
2º	P 22,25 ± 2,71	44,49 ± 5,42	66,75 ± 8,14	89,00 ± 10,05	111,24 ± 13,56	133,50 ± 16,28	155,75 ± 18,99	177,99 ± 21,79	0,97
	R 21,06 ± 2,65	43,26 ± 5,17	65,60 ± 7,79	88,26 ± 10,58	111,06 ± 13,27	133,53 ± 16,43	156,06 ± 18,92	177,40 ± 21,24	
3º	P 22,25 ± 2,71	44,49 ± 5,42	66,75 ± 8,14	89,00 ± 10,85	111,24 ± 13,56	133,50 ± 16,28	155,75 ± 18,99	177,99 ± 21,71	0,9
	R 20,80 ± 2,21	43,13 ± 5,31	65,73 ± 7,71	88,26 ± 10,61	110,60 ± 13,22	132,80 ± 16,38	155,33 ± 18,61	176,93 ± 21,41	

Fonte: Autoria própria.

Nota: Valores expressos em média e desvio padrão (DP). E- Estimulo; P- Tempo programado; R- Tempo realizado; m- metros. p- p valor.

A Tabela 6 exibe os resultados do limiar de lactato na velocidade crítica pelo protocolo de três estímulos de 200 metros. Não foi encontrado diferenças significativas entre tempo (segundos), velocidade (m/s), percentual da intensidade máxima e [La] entre os três diferentes estímulos. Encontrou-se diferenças significativas na variável PSE entre estímulos (E1-E2  $p=0,006$ ; E1-E3  $p=0,001$ ), e os valores reportados de PSE no primeiro estímulo foram mais baixo quando comparado com segundo e terceiro estímulo, apresentando diferença significativa entre as variáveis ( $p<0,05$ ). Contudo, entre segundo e terceiro estímulo não foi apresentado diferenças significativas ( $p>0,05$ ).

TABELA 6: PROTOCOLO DE 3 X 200 METROS NA VELOCIDADE CRÍTICA.

	Programado EP	E1	Realizado E2	E3
Tempo (s)	177,98 ± 21,71	177,86 ± 21,19	177,40 ± 21,24	176,93 ± 21,41
Velocidade (m/s)	1,13 ± 0,13	1,13 ± 0,13	1,14 ± 0,13	1,14 ± 0,13
% da intensidade máxima	91,08 ± 5,35	91,12 ± 5,56	91,43 ± 5,17	91,72 ± 5,25
[La] (Mmol)		6,12 ± 1,67	6,72 ± 1,41	7,26 ± 1,88
PSE (U.A.)		4,66 <sup>B,C</sup> ± 1,02	4,76 <sup>A</sup> ± 0,88	5,96 <sup>A</sup> ± 0,83

Fonte: Autoria própria.

Nota: Valores expressos em média e desvio padrão (DP). s – segundos; m/s - metros por segundo; % - percentual; U.A – Unidades Arbitrarias; [La] – concentração de lactato; Mmol – Milimol. EP- Estimulo programado; E- Estimulo. <sup>A</sup> – Estimulo 1; <sup>B</sup> – Estimulo 2; <sup>C</sup> – Estimulo 3.

A Tabela 7 mostra a performance do teste de ritmo continuo auto selecionado. Nas variáveis tempo, metros, PSE e [La] foram encontradas diferenças significativas do RAA para RMA e RFA ( $p<0,00$ ); RMA para RAA e RFA ( $p<0,00$ ) e RFA para RAA e RMA ( $p<0,00$ ). Contudo, na variável velocidade média foi encontrado diferença estatisticamente significativa do RAA para RMA ( $p=0,032$ ) e RFA ( $p=0,001$ ) e não significativa de RMA para RFA ( $p=0,39$ ).

TABELA 7: TABELA DE PERFORMANCE DO TESTE DE RITMO CONTINUO AUTO SELECIONADO.

	RAA	RMA	RFA
Tempo (s)	599,06 ± 19,44 <sup>B,C</sup>	300,26 ± 15,54 <sup>A,C</sup>	236,46 ± 16,37 <sup>A,B</sup>
Metros	590,00 ± 68,66 <sup>B,C</sup>	330,00 ± 25,35 <sup>A,C</sup>	273,33 ± 25,81 <sup>A,B</sup>
Velocidade média (m/s)	0,98 ± 0,10 <sup>B,C</sup>	1,10 ± 0,11 <sup>A</sup>	1,16 ± 0,14 <sup>A</sup>
PSE (U.A.)	1,66 ± 0,72 <sup>B,C</sup>	3,60 ± 1,22 <sup>A,C</sup>	6,10 ± 0,89 <sup>A,B</sup>
[La] (Mmol)	3,06 ± 1,39 <sup>B,C</sup>	4,70 ± 1,40 <sup>A,C</sup>	6,98 ± 1,35 <sup>A,B</sup>

Fonte: Autoria própria.

Nota: Valores expressos em média e desvio padrão (DP). PSE – Percepção subjetiva de esforço; s – segundos; m/s metros por segundo; % - percentual; U.A – Unidades Arbitrarias; [La] – concentração de lactato; Mmol – Milimol. <sup>A</sup> - RAA – Ritmo de aquecimento auto selecionado; <sup>B</sup> - RMA – Ritmo moderado auto selecionado; <sup>C</sup> - RFA – Ritmo forte auto selecionado.

Na Tabela 8 foi comparado as velocidades, [La] e PSE no limiar de lactato pelo método Dmáx, VC e ritmo continuo auto selecionado nas intensidades de ritmo moderado e ritmo forte. Quando comparado em velocidades o Dmáx La, VC, RMA e RFA não tiveram diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre si. Contudo, no Dmáx La para RMA foi apresentado diferença estatisticamente significativas ( $p = 0,013$ ).

Para a PSE foi apresentado diferenças significativas, do RMA para Dmáx La ( $p < 0,01$ ), do RMA para VC ( $p = 0,001$ ) e do RMA para RFA ( $p < 0,01$ ), contudo entre as variáveis Dmáx La, VC e RFA não apresentaram diferenças entre si ( $p > 0,05$ ). Situação semelhante foi encontrada com a variável [La] foi apresentado diferenças significativas do RMA para Dmáx La ( $p < 0,01$ ), RMA para VC ( $p = 0,003$ ) e RMA para RFA ( $p = 0,001$ ) contudo entre as variáveis Dmáx La, VC e RFA não apresentaram diferenças entre si ( $p > 0,05$ ).

TABELA 8: COMPARAÇÃO DAS VELOCIDADES, [LA] E PSE NO LIMIAR DE LACTATO PELOS MÉTODOS DMÁX, VC E RITMO CONTINUO AUTO SELECIONADO.

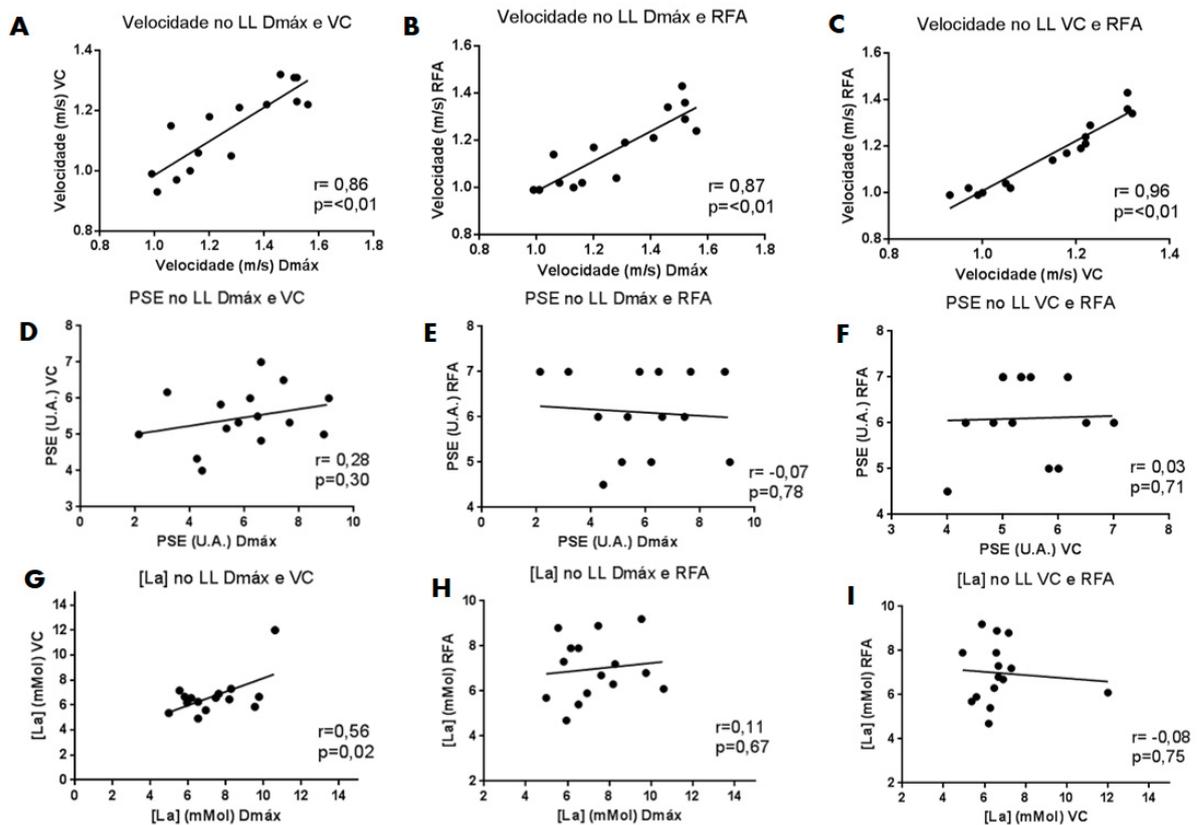
	Dmáx La	VC	RMA	RFA
Velocidades (m/s)	1,28 <sup>C</sup> ± 0,20	1,14 ± 0,13	1,10 ± 0,11 <sup>A</sup>	1,16 ± 0,14
PSE (U.A.)	5,95 <sup>C</sup> ± 1,95	5,46 <sup>C</sup> ± 0,82	3,60 <sup>A,B,D</sup> ± 1,22	6,10 <sup>C</sup> ± 0,89
[LA] (Mmol)	7,31 <sup>C</sup> ± 1,66	6,70 <sup>C</sup> ± 1,60	4,70 <sup>A,B,D</sup> ± 1,40	6,98 <sup>C</sup> ± 1,35

Fonte: Autoria própria.

Nota: Valores expressos em média e desvio padrão (DP). m/s - metros por segundo; U.A – Unidades Arbitrarias; [La] – concentração de lactato; Mmol – Milimol. EP- Estimulo programado. <sup>A</sup> - Dmáx La; <sup>B</sup> - VC – Velocidade Crítica; <sup>C</sup> - RMA – Ritmo moderado auto selecionado; <sup>D</sup> - RFA – Ritmo forte auto selecionado.

A Figura 6 apresenta diferentes gráficos de correlação entre, velocidades (A,B,C), PSE (D,E,F), [La] (G,H,I). Como principais resultados foram encontradas correlações altas e muito altas para as velocidades nos três diferentes métodos ( $r=0,86$  até  $0,96$ ) e pequena e muito pequenas correlações para as variáveis [La] e PSE sem significância ( $p>0,05$ ).

FIGURA 6: CORRELAÇÃO DA VELOCIDADE, PSE E [LA] NO DMÁX, VC E RFA.



Fonte: Autoria própria.

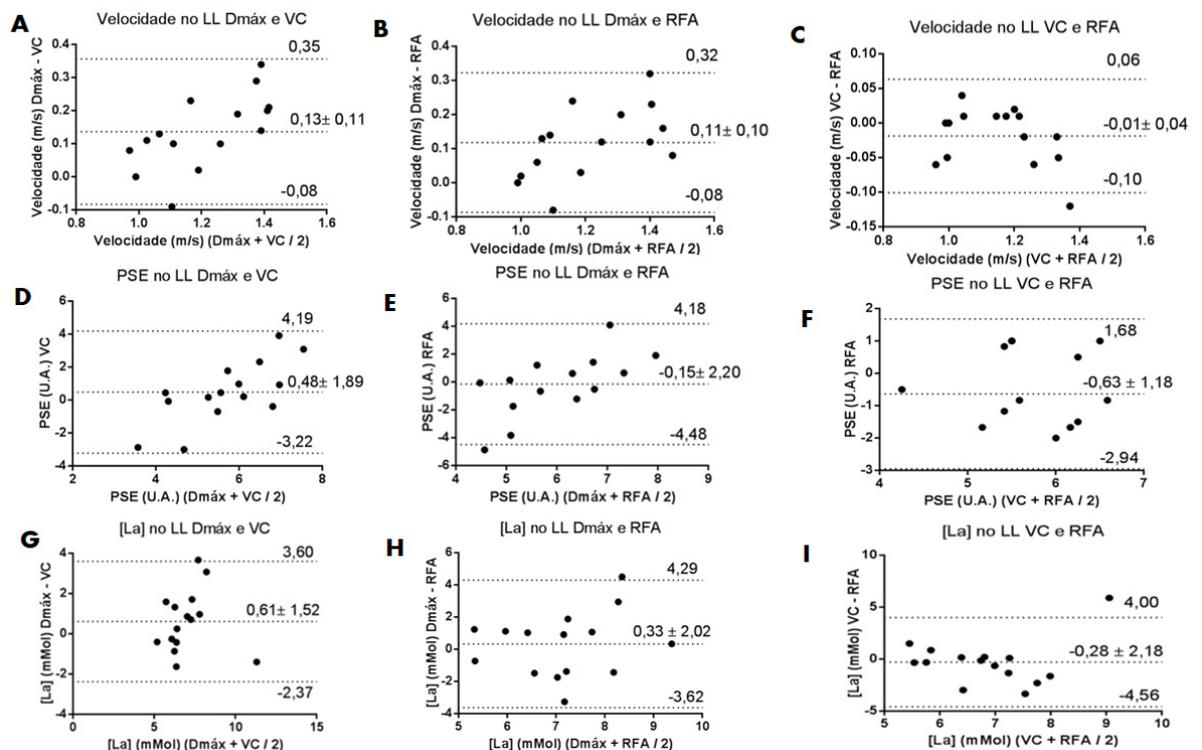
Nota: Valores expressos em média. LL – Limiar de lactato m/s - metros por segundo; U.A – Unidades Arbitrarias; [La] – concentração de lactato; Mmol – Milimol. VC – Velocidade Crítica; RFA – Ritmo forte auto selecionado.

A Figura 7 mostra a concordância das variáveis pelo gráfico de (ALTMAN; BLAND, 2012) nas variáveis velocidade (A,B,C) , PSE (D,E,F) e [La] (H,I,J). O gráfico A, B e C para a variável velocidade no LL Dmáx e VC (0,13; LOA 0,35 e -

0,08); Dmáx e RFA (0,11; LOA 0,32 e -0,08) e LL VC e RFA (-0,01; LOA 0,06 e -0,10) apresentaram baixo viés nas médias das diferenças, os três gráficos mostraram baixas variações entre os métodos assim como o desvio padrão. LL Dmáx e VC superestima os valores em 0,13 m/s e Dmáx e RFA em 0,11 m/s, já LL VC e RFA subestimam as velocidades em 0,01 m/s valores considerados muito baixos

As variáveis PSE e [La] apresentaram baixas correlações entre os métodos, desta forma considera-se as análises de Bland Altman não necessárias para verificar a concordância. Na PSE foi encontrado alto viés e desvio padrão para Dmáx e VC (D) (0,48 DOA 4,19 e -3,22), Dmáx e RFA (E) (-0,15 DOA 4,18 e -4,48) e VC e RFA (F) (-0,63 DOA 1,68 e --2,94) e nas [La] foi possível verificar um alto viés e desvio padrão na concordância entre as variáveis Dmáx e VC (G) (0,61 LOA 3,60 e -2,37) Dmáx e RFA (H) (0,33 LOA 4,29 e -3,62) e VC e RFA (I) -0,28 LOA 4,00 e -4,56).

FIGURA 7: GRÁFICOS DE ALTMAN E BLAND DAS VELOCIDADES, PSE E [La] NO DMÁX, VC E RFA

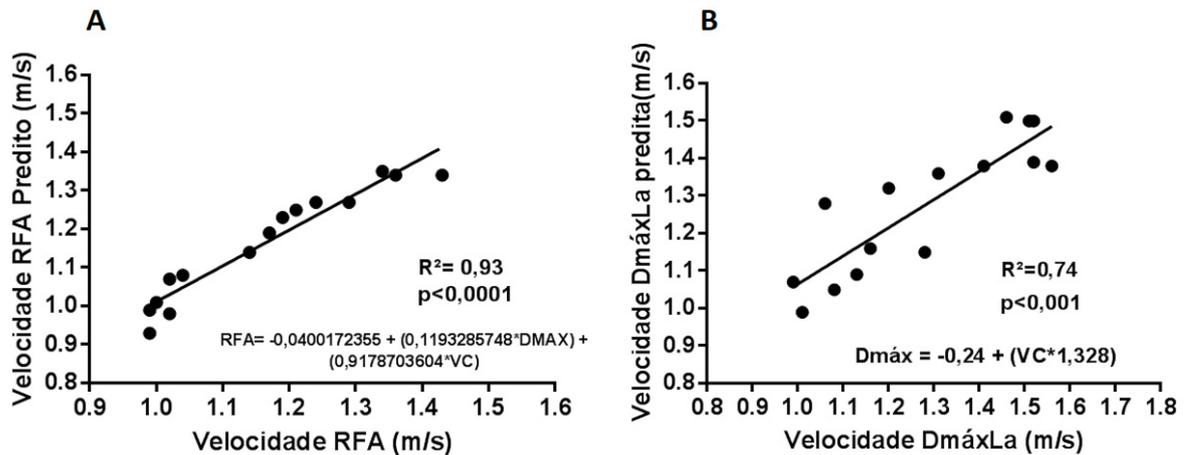


Fonte: Autoria própria.

Nota: Valores expressos em média. LL – Limiar de lactato m/s - metros por segundo; U.A – Unidades Arbitrarias; [La] – concentração de lactato; Mmol – Milimol. VC – Velocidade Crítica; RFA – Ritmo forte auto selecionado.

A figura 8 demonstra a relação da velocidade do RFA realizada pela velocidade RFA predita (A), foi encontrado um  $R^2= 0,93$  com um valor de p significativo ( $p<0,01$ ) e para a velocidade Dmáx predita para a velocidade Dmáx realizada foi de  $R^2= 0,74$  com significância ( $p<0,001$ ).

FIGURA 8 - GRÁFICO DE REGRESSÃO DA RELAÇÃO DA VELOCIDADE RFA PREDITA PELA REALIZADA (A) E GRÁFICO DE REGRESSÃO DA VELOCIDADE DO DMÁXLA PREDITO PELO DMÁXLA REALIZADO (B).



Fonte: Autoria própria.

Nota: Valores absolutos. RFA – Ritmo forte auto selecionado; m/s - metros por segundo.

A tabela 9 mostra os valores absolutos de velocidade nos três métodos (Dmáx, VC e RFA) e velocidade no RFA predita pela regressão logística a partir das velocidades no limiar de lactato uma vez que foi mostrada correlação muito alta e quase perfeita entre as variáveis. Foram encontradas baixas diferenças entre o RFA realizado para o RFA predito com máximas de -0,09 e mínimas de 0,00.

TABELA 9 - VALORES ABSOLUTOS DE VELOCIDADES (M/S) NO DMÁX, VC, RFA E RFA PREDITO

Velocidades (m/s)						
Dmáx	VC	RFA	RFA PREDITO	RFA - RFA PREDITO	% do RFA - RFA PREDITO	
1,08	0,97	1,02	0,98	0,04	4,02	
1,16	1,06	1,02	1,07	-0,05	-5,02	
1,52	1,23	1,29	1,27	0,02	1,54	
1,51	1,31	1,43	1,34	0,09	6,12	
1,01	0,93	0,99	0,93	0,06	5,66	
1,28	1,05	1,04	1,08	-0,04	-3,49	
1,52	1,31	1,36	1,34	0,02	1,20	
1,56	1,22	1,24	1,27	-0,03	-2,08	
1,41	1,22	1,21	1,25	-0,04	-3,13	
1,31	1,21	1,19	1,23	-0,04	-3,09	
1,2	1,18	1,17	1,19	-0,02	-1,38	
1,13	1	1	1,01	-0,01	-1,25	
0,99	0,99	0,99	0,99	0,00	0,34	
1,46	1,32	1,34	1,35	-0,01	-0,42	
1,06	1,15	1,14	1,14	0,00	-0,16	

Fonte: Autoria própria.

Nota: Valores absolutos. RFA – Ritmo forte auto selecionado; VC- velocidade crítica; m/s - metros por segundo.

## 6 DISCUSSÃO

O estudo teve como objetivo geral verificar se o limiar de lactato (LL) poderia ser determinado de forma equivalente por meio de três diferentes métodos: teste submáximo contínuo de ritmo auto selecionado, teste de velocidade crítica e teste progressivo. Os resultados indicaram que as velocidades, percepção subjetiva de esforço (PSE) e concentração de lactato no sangue ([La]) foram similares entre os três métodos, sem diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ), atendendo aos objetivos específicos do estudo.

Além disso, foram encontradas correlações altas e muito altas com significância ( $p < 0,05$ ) entre as velocidades nos três métodos, enquanto as correlações entre [La] e PSE foram pequenas e muito pequenas e não significativas entre os três métodos. Os gráficos de Bland Altman demonstraram um baixo viés e

desvio padrão entre os métodos na variável de velocidade, indicando que o ritmo auto selecionado pode ser um bom preditor do LL.

O estudo realizado por Giovanelli et al. (2020) avaliou a relação entre a velocidade no  $\text{VO}_2$  e o limiar anaeróbio em ambiente terrestre, alcançando um  $R^2$  de 0,80 e um coeficiente de correlação ( $r$ ) de 0,89. No presente estudo, foi utilizado um método similar, porém aplicado ao ambiente aquático, que se mostrou eficaz na identificação do LL.

Os resultados obtidos demonstraram uma boa correlação na variável de velocidade, indicando que o teste submáximo progressivo pode ser uma ferramenta útil na prescrição e controle da carga de treinamento para nadadores de diferentes níveis, especialmente atletas recreacionais. Portanto, este estudo apresenta uma contribuição significativa para o campo de treinamento aquático ao propor um método até então não aplicado nesta área.

## Velocidades

As velocidades encontradas nos limiares não tiveram diferenças estatisticamente significativas ( $D_{\text{máx}} 1,28 \pm 0,20$  m/s), (velocidade crítica  $E1= 1,13 \pm 0,13$ ;  $E2= 1,14 \pm 0,13$ ;  $E3= 1,14 \pm 0,13$  m/s), (Ritmo forte auto selecionado  $1,16 \pm 0,14$  m/s). Considerando que durante os testes, diferentes protocolos foram aplicados para os atletas recreacionais o achado no presente estudo está de acordo com os três diferentes métodos. É notado na literatura principalmente quando comparado ao estudo de Da Silva *et al.*, (2021) uma velocidade no LL menor (LL  $D_{\text{máx}} 1,41 \pm 0,04$  m/s) e LPSE  $1,40 \pm 0,04$  m/s), tal fenômeno pode ocorrer pelos diferentes níveis de atleta fazer parte da amostra, no presente estudo participaram atletas recreacionais adultos de idade média de  $29,73 \pm 5,32$  anos.

No estudo de Da Silva *et al.*, (2021) a amostra era composta por atletas jovens ( $16 \pm 0,6$  anos de idade) de natação com média de  $7,8 \pm 1,6$  treinos na semana e  $200,8 \pm 44,8$  minutos diários de treino. Fatores como tempo de treino e experiência de prática diária de natação que podem contribuir para que a velocidade e percentual da intensidade no  $D_{\text{máx}}$ , outro fator que pode contribuir para essas diferenças é a idade dos atletas (TANAKA; SEALS, 2008), sabe-se que com o aumento da idade algumas características fisiológicas e de performance pode ser característicos para um grupo de atletas ou praticantes de natação, a literatura

descreve que ao avançar da idade a intensidade absoluta do exercício ou velocidade diminui com o avanço da idade em atletas de endurance (EVANS *et al.*, 1995; IWAOKA *et al.*, 1988; MAFFULLI; TESTA; CAPASSO, 1994; WISWELL *et al.*, 2000), contudo o limiar de lactato não parece mudar em relação a porcentagem de trabalho a partir do  $VO_2$  máximo.

Os valores calculados para a velocidade crítica pelos participantes deste estudo estão em acordo com resultados de estudos anteriores. Em um estudo realizado por Reis; Alves, (2006) com nadadores de  $12,96 \pm 1,2$  anos de idade, a velocidade crítica calculada a partir de nadar 50, 200 e 400 metros de crawl apresentou valores pré-treinamento de  $1,12 \pm 0,10$  m/s e pós-treinamento de  $1,20 \pm 0,11$  m/s. Além disso, um estudo de Rizzato *et al.*, (2018) com nadadores máster ( $41 \pm 12$  anos) identificou a velocidade de  $1,18 \pm 0,18$  m/s a partir dos 4 mmol em um protocolo de velocidade crítica calculado a partir dos 200 e 400 metros. Esses resultados corroboram com os encontrados neste estudo, validando a utilização do protocolo de velocidade crítica para a identificação da velocidade crítica em nadadores de diferentes níveis.

Em seu estudo com 23 nadadores do sexo masculino, Pelarigo *et al.*, (2018) investigaram o efeito do nível de performance aeróbia na relação entre os índices técnicos correspondentes à velocidade crítica (VC) e a velocidade máxima de 30 minutos, dividindo os participantes em dois grupos: um de maior performance (G1, n=13) e outro de menor performance (G2, n=10). Os autores calcularam a VC através do coeficiente angular da regressão linear entre as distâncias (200 e 400m) e seus respectivos tempos. No grupo G2, foi encontrado uma velocidade média de  $1,17 \pm 0,08$  m/s na VC, enquanto no grupo G1 a velocidade média foi de  $1,30 \pm 0,04$  m/s. Esses resultados são muito próximos aos encontrados no presente estudo.

Existem diversos fatores que podem influenciar na estimativa da velocidade crítica (VC), como diferentes distâncias utilizadas para o cálculo e diferentes métodos de cálculo. Embora alguns estudos na literatura tenham encontrado valores de VC semelhantes aos encontrados no presente estudo, é importante destacar que em outras pesquisas envolvendo atletas jovens, os valores de VC podem variar significativamente (GRECO; DENADAI, 2005; TOUBEKIS; TOKMAKIDIS, 2013; TSALIS *et al.*, 2012; WAKAYOSHI *et al.*, 2010).

Considerando a amostra deste estudo, que incluiu nadadores adultos de nível recreacional e não federados, é possível que algumas variáveis de treinamento tenham contribuído para a menor velocidade encontrada ao calcular a VC. A realização de diferentes distâncias, bem como as características competitivas individuais do nadador (fundista, velocista ou meio fundista) podem influenciar o cálculo da regressão. Quando um nadador tem melhor desempenho em uma distância que se adequa melhor à sua característica competitiva, ele pode ter dificuldade em nadar distâncias diferentes durante um estímulo máximo e, conseqüentemente, os valores de VC podem ser superestimados ou subestimados. A literatura indica que o método da VC pode ser aplicado independentemente do nível de performance do atleta, mas que é essencial usar duas distâncias para o cálculo (DEKERLE *et al.*, 2002, 2005; WAKAYOSHI *et al.*, 1993).

## PSE

Considerando os três diferentes métodos utilizados, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na percepção de esforço reportada (Dmáx 5,95 ± 1,95 U.A; VC 5,46 ± 0,82 U.A. e RFA 6,10 ± 0,89 U.A.). No entanto, os valores de percepção de esforço no LL estão ligeiramente acima do que a literatura reporta. Os autores DA SILVA *et al.*, (2021), utilizando o mesmo método que o nosso estudo, encontraram valores próximos aos relatados em nosso estudo (4,98 ± 1,12 U.A.) em um teste progressivo com atletas jovens. Embora tenham sido utilizados testes progressivos com intervalos e intensidades diferentes, os valores de PSE parecem estar de acordo e dentro do desvio padrão deste método (Dmáx PSE).

Alguns estudos utilizaram o método Dmáx PSE fora do ambiente aquático para identificar o LL e o ponto de deflexão da frequência cardíaca. O estudo de Conde *et al.*, (2014), que utilizou um teste progressivo em 9 indivíduos ativos, reportou valores de PSE em 5,4 ± 1,9 U.A. para o Dmáx PSE, 5,9 ± 1,9 U.A. no ponto de deflexão da frequência cardíaca e 4,9 ± 1,3 U.A. no LL. Por outro lado, o estudo de Ferreira *et al.*, (2014), que avaliou o efeito da redução de carboidrato na PSE em 9 indivíduos ativos durante um teste progressivo em ciclo ergômetro, apresentou valores considerados baixos quando comparados ao presente estudo. Os valores reportados foram de 3,7 ± 1,5 U.A. para o grupo com redução de carboidrato, 3,4 ± 1,9 U.A. para o grupo controle ( $p > 0,05$ ) no Dmáx PSE, e 3,4 ±

1,20 U.A. para o grupo de redução de carboidrato e  $3,9 \pm 1,1$  U.A. para o grupo controle ( $p > 0,05$ ) no  $D_{\text{máx}} \text{La}$ . É importante destacar que esses estudos utilizaram diferentes protocolos de teste progressivo e podem apresentar variações nos valores de PSE.

A percepção de esforço reportada nos três diferentes métodos mostrou-se ligeiramente acima dos valores de referência relatados na literatura para o limiar de lactato fora do ambiente aquático. Zamunér *et al.*, (2011) sugerem que a ancoragem "forte" na escala CR-10 de Borg pode ser utilizada para identificar o limiar anaeróbio. Da mesma forma, Seiler; Kjerland, (2006) utilizaram a escala CR-10 de Borg para quantificar os limites de intensidade correspondentes aos limiares ventilatórios 1 e 2 de esquiadores após sessões de treinamento em esteira até a exaustão. Nesse estudo, a ancoragem "forte" com valores de 4 a 7 correspondia ao limiar ventilatório, e os valores de PSE foram relatados 30 minutos após o término da sessão de treinamento (FOSTER *et al.*, 1996; FOSTER, 1998)

Desta forma, pode-se considerar valores acima do que a literatura tem apontado supostamente devido alguns fatores, dentre eles, familiarização da escala; mesmo com a instrução dos pesquisadores em relação a ancoragem verbal e valores, os praticantes de natação podem reportar valores da sensação e desconforto do treino que tem em sua rotina de treino. Outro fator a se descrever é o primeiro contato com a escala, considerando que podem ter indivíduos que utilizaram a escala pelas primeiras vezes durante as coletas de teste (GIBSON *et al.*, 2003).

### Concentrações de lactato

As [La] foram encontradas em valores muito próximos nos três diferentes métodos sem diferenças estatisticamente significativas ( $D_{\text{max}} 7,31 \pm 1,66$  Mmol; VC  $6,70 \pm 1,60$  Mmol; RFA  $6,98 \pm 1,35$  Mmol). Na presente pesquisa apesar de serem aplicados diferentes protocolos de teste como por exemplo teste de ritmo contínuo, ritmo auto selecionado e teste progressivo os valores de [La] foram muito próximos, porém um pouco acima do que a literatura descreve como [La] no LL (MICHELE *et al.*, 2012; PAPOTI *et al.*, 2017).

DA SILVA *et al.*, (2021) encontrou pelo método  $D_{\text{máx}} \text{[La]}$  em  $4,24 \pm 1,12$  Mmol em atletas nadadores jovens, essa [La] foi referente a uma porcentagem de

86,67 ± 2,34 do melhor tempo desempenhado em 100 metros. Em outro estudo (HOLFELDER; BROWN; BUBECK, 2013) o qual verificaram a influência das variáveis distância, estilo e sexo, na intensidade do limiar anaeróbio em atletas nadadores de alta performance do sexo masculino (idade 15 a 36 anos), foi encontrado valores de [La] nos atletas pelo método IAT (Individual Anaerobic Threshold) de Bunc *et al.*, (1985) em 7,99 ± 2.55 Mmol na porcentagem de 87,78 ± 3,61% do melhor tempo de 100 metros crawl e [La] em 6,93 ± 2,14 Mmol na porcentagem de 89,55 ± 2,68% do melhor tempo de 200 metros crawl.

Ainda em relação as [La] no estudo de Papoti *et al.*, (2017) o qual teve objetivo o avaliar os efeitos de 11 semanas de um programa de treinamento de natação em nado livre sob em parâmetros aeróbicos e de braçada determinados em nado atado em 13 nadadores de idade média de 16.0 ± 1.5 anos. Previamente as 11 semanas foram encontradas [La] no LL 4,01 ± 1,22 Mmol e posteriormente ao treinamento valores de 4,59 ± 0,90 Mmol.

Quando demonstrado estes estudos comparando as [La], é visto que em atletas nadadores jovens as [La] nos limiares parecem ser mais baixas quando comparadas ao do presente estudo o qual participaram da amostra nadadores adultos de nível recreacional. Contudo, o estudo de Holfelder; Brown; Bubeck, (2013) apresentam valores que corroboram com nossos achados. Parte-se do princípio o qual a literatura aponta que diferentes variáveis podem influenciar nessas [La], como por exemplo indivíduos treinados e destreinados (atletas ou ex atletas) (BENETTI; SANTOS; CARVALHO, 2000); ativos e não ativos (tempo de treino semanal)(LONDEREE, 1997), especificidade de provas (HOLFELDER; BROWN; BUBECK, 2013) e idade (TANAKA; SEALS, 2008). Hoeger *et al.*, (2018) descreve que indivíduos treinados tem maior capacidade em tolerar dor e fadiga, sendo assim possuem uma maior capacidade glicolítica e uma melhor coordenação inter e intramuscular, desta forma os autores em seu estudo relatam que em exercício de mesma carga para sujeitos treinados e destreinados uma PSE menor é reportada por sujeitos treinados em comparação a destreinados.

A literatura aponta que o LL pode ser aumentado com o treinamento, em um estudo de meta-análise que verificaram as intensidades de treinamento e o comportamento do [La] (Obla e Máxima fase estável do lactato) demonstrou que qualquer estímulo de treinamento, incluindo exercícios muito leve aumentou o LL de

praticantes de exercício, contudo exercícios muito intensos era necessários para aumentar o LL de indivíduos bem condicionados (LONDEREE, 1997).

No presente estudo foi encontrada diferenças nas [La] entre métodos e variações de [La] entre indivíduos, em situação de ter participado do estudo diferentes participantes com níveis de treinamento (treinados e não treinados), essas diferenças de valores de lactato podem ser respondidas pela produção e remoção dos mesmos. Sabe-se que as concentrações plasmáticas de lactato são decorrentes do *turn over* de lactato (remoção de lactato) (BENETTI; SANTOS; CARVALHO, 2000), estudo (BROOKS; DONOVAN, 1983) com glicose marcada mostrou que em indivíduos treinados existe um maior capacidade de neoglicogênese que um indivíduo não treinado. Ao decorrer de um exercício de alta intensidade o indivíduo treinado pode utilizar mais glicose plasmática como substrato energético e menos glicogênio do músculo que um indivíduo não treinado, desta forma uns 40% de *turn over* de glicose é resultante da neoglicogênese. Assim, o lactato mostra-se importante para o metabolismo do carboidrato durante o exercício físico e que suas concentrações plasmáticas são menores para qualquer intensidade em indivíduos treinados, assim como a oxidação de lactato no exercício intenso ser menor quando comparado ao indivíduo não treinado, o qual sugere-se o aumento da atividade neoglicolítica (BENETTI; SANTOS; CARVALHO, 2000).

#### Aplicação prática do estudo

A utilização do teste de ritmo auto selecionado pode ser uma aplicação prática valiosa para a estimativa do limiar de lactato e a prescrição de treinamento em nadadores recreacionais. É uma técnica de baixo custo e não invasiva. Após encontrar a velocidade do RFA, que neste estudo correspondeu à velocidade da VC e do  $D_{\text{máxLa}}$ , é importante que o técnico de natação ou fisiologista encontre o valor real da VC para fazer a comparação. Isso é necessário para evitar possíveis erros de velocidade no desempenho do nadador ao utilizar o RFA como estimativa da VC.

## 7 CONCLUSÃO

A identificação do LL ocorreu nas três diferentes variáveis, velocidade, [La] e PSE sem diferenças estatisticamente significativas entre os métodos. Com

base no estudo é possível afirmar que a velocidade pode ser uma boa ferramenta na identificação do LL pelo RFA uma vez que foi apresentado boas correlações entre os métodos e sem diferenças significativas. As variáveis [La] e PSE não podem ser consideradas um bom indicador de identificação do LL no RFA para esta amostra, uma vez que essas variáveis não tiveram fortes ou moderadas correlações com os métodos padrão ouro.

O método de identificação do LL de lactato através da velocidade do RFA pode ser considerado uma ferramenta viável para atletas de natação recreacional, devido ao seu fácil entendimento e baixo custo operacional. É possível sua aplicação em academias e clubes por professores e técnicos de natação, visando o controle de carga e intensidades durante as aulas e treinamentos. Para garantir a precisão dos resultados, é necessário que haja uma instrução adequada do protocolo e intensidades durante o exercício, a fim de minimizar possíveis erros na aplicação do método. Contudo, é importante ressaltar a necessidade de mais estudos que incluam o público feminino, uma vez que o presente estudo foi conduzido apenas com atletas recreacionais adultos do sexo masculino.

## REFERÊNCIAS

ABBISS, C. R.; LAURSEN, P. B. **Describing and understanding pacing strategies during athletic competition**. [S. l.: s. n.], 2008.

ABBISS, C. R.; LAURSEN, P. B. Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 35, n. 10, p. 865–898, 2005. Disponível em: <http://ezaccess.libraries.psu.edu/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cin20&AN=106380506&site=ehost-live&scope=site>.

ABE, D. *et al.* Assessment of short-distance breaststroke swimming performance with critical velocity. **Journal of sports science & medicine**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 340–348, 2006. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24260008> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3827577>.

ALBERTON, C. *et al.* Anaerobic Threshold in a Water-Based Exercise: Agreement Between Heart Rate Deflection Point and Lactate Threshold Methods. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], p. 1, 2019.

ALTIMARI, J. M. *et al.* Correlações entre protocolos de determinação do limiar anaeróbico e o desempenho aeróbico em nadadores adolescentes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 245–250, 2007.

ALTMAN, D. G.; BLAND, J. M. Measurement in Medicine: the Analysis of Method Comparison Studies. **Journal of the Royal Statistical Society: Series D**

(**The Statistician**), [s. l.], v. 32, n. 3, p. 307–317, 2012.

ANDERSON, M. E. *et al.* Monitoring seasonal and long-term changes in test performance in elite swimmers. **European Journal of Sport Science**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 145–154, 2006.

ANDERSON, G. S.; RHODES, E. C. A Review of Blood Lactate and Ventilatory Methods of Detecting Transition Thresholds. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 43–55, 1989.

BALDARI, C. *et al.* Blood lactate removal during recovery at various intensities below the individual anaerobic threshold in triathletes. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, [s. l.], v. 45, n. 4, p. 460, 2003.

BARROSO, R. *et al.* Perceived Exertion in Coaches and Young Swimmers With Different Training Experience. **International journal of sports physiology and performance**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 212–216, 2014.

BENEKE, R. Training at Lactate Threshold: Science Based Concept or Irrational Myth?. **Journal of Sports Medicine & Doping Studies**, [s. l.], v. 02, n. 03, p. 2–3, 2012.

BENETTI, M.; SANTOS, R. T.; CARVALHO, T. Cinética de lactato em diferentes intensidades de exercícios e concentrações de oxigênio. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 50–56, 2000.

BENTLEY, D. J. *et al.* Peak power output, the lactate threshold, and time trial performance in cyclists. **Medicine and Science in Sports and exercise**, [s. l.], v. 33, n. 12, p. 2077–2081, 2001. Disponível em: <http://www.acsm-msse.org>.

BILLAT, L. *et al.* The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sports science. **Sport Med**, [s. l.], v. 33, n. June 2014, p. 407–426, 2003.

BILLAT, V. L. *et al.* The Concept of Maximal Lactate Steady State A Bridge Between Biochemistry , Physiology and. **Sports medicine**, [s. l.], v. 33, n. 6, p. 407–426, 2003.

BILLAT, L. V. Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training. Recommendations for long-distance running. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 22, n. 3, p. 157–175, 1996.

BISHOP, P.; MARTINO, M. Blood Lactate Measurement in Recovery as an Adjunct to Training: Practical Considerations. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 5–13, 1993.

BÖNING, D. *et al.* Causes of differences in exercise-induced changes of base excess and blood lactate. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 99, n. 2, p. 163–171, 2007.

BORG, G. A. Bases psicofísicas do esforço percebido. **Med sci sports exerc**, [s. l.], v. 14, n. 5, p. 377–381, 1982.

BORG, G. **Borg ' s Perceived Exertion And Pain Scales**. [S. l.: s. n.], 1998.

BORG, G. **Escalas de Borg para a dor e o esforço: percebido**. [S. l.]: manole, 2000.

BORG, G. A. V. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine & science in sports & exercise**, [s. l.], 1982.

BORG, G. **The Borg CR Scales® Folder**. Hasselby- Sweeden: Borg Perception, 2010.

BORG, G. **The perception of physical performance**. [S. l.: s. n.], 1971.

BORG, G.; BORG, E. A new generation of scaling methods: Level-anchored ratio scaling. **Psychologica**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 15–45, 2001.

BORG, G. A. V.; BORG, E. **The Borg CR Scales® Folder**. [s. l.], p. 4, 2019.

Disponível em: <https://borgperception.se/wp-content/uploads/2019/10/The-Borg-CR-Scales-Folder.pdf>.

BORG, E.; KAIJSER, L. A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 57–69, 2006.

BOURDON, P. **Blood lactate transition thresholds: concepts and controversies**. In: **Gore C. Physiological tests for elite athletes**. [S. l.]: Champaign: Human Kinetics, 2000.

BROOKS, G. A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. **Medicine and Science in Sports and Exercise Med Sci Sports Exerc**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 22–31, 1985.

BROOKS, G. A. **Bioenergetics of exercising humans**. [S. l.]: Comprehensive Physiology, 2012.

BROOKS, G. A.; DONOVAN, C. M. Effect of endurance training on glucose kinetics during exercise. **American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism**, [s. l.], v. 244, n. 5, p. E505–E512, 1983.

BUNC, V. *et al.* Determination of the individual anaerobic threshold. **Acta Universitatis Carolinae Gymnica**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 73–81, 1985.

CABRAL, L. L. *et al.* A systematic review of cross-cultural adaptation and validation of borg'S rating of perceived exertion scale. **Journal of Physical Education**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 1–13, 2017. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevEducFis/article/view/34188/21011>.

CAMPOS, E. Z. *et al.* The response of the lactate minimum test to a 12-week swimming training. **Motriz. Revista de Educacao Fisica**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 286–291, 2014.

CAPUTO, F. *et al.* Efeitos de oito semanas de treinamento de natação no limiar anaeróbio determinado na piscina e no ergômetro de braço. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 7–12, 2002.

CARVALHO, D. D. *et al.* Anaerobic Threshold Biophysical Characterisation of the Four Swimming Techniques. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 41, n. 5, p. 318–327, 2020.

CECI, R.; HASSMÉN, P. **Self-monitored exercise at three different RPE intensities in treadmill vs field running**. [S. l.: s. n.], 1991.

CHENG, B. *et al.* A New Approach for the Determination of Ventilatory and Lactate Thresholds. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 13, n. 07, p. 518–522, 1992. Disponível em: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-2007-1021309>.

CLEMENTE-SUÁREZ, V. J.; ARROYO-TOLEDO, J. J. Use of Biotechnology Devices to Analyse Fatigue Process in Swimming Training. **Journal of Medical Systems**, [s. l.], v. 41, n. 6, p. 2–5, 2017.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. [S. l.]: Academic press, 1988.

CONDE, J. H. S. *et al.* Can we Identify the Heart Rate Deflection Point and Rating of Perceived Exertion Threshold during the Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 in University Basketball Players? A Pilot Study. **Human Movement**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 258–262, 2016.

CONDE, J. H. S. *et al.* Identification of the Lactate Threshold and the Heart Rate Deflection Point by the Perceived Exertion Curve. **J Exerc Physiol Online**, [s. l.], v. 17, n. March 2016, p. 32–38, 2014.

COSTA, A. M. *et al.* Can the curriculum be used to estimate critical velocity in

young competitive swimmers?. **Journal of Sports Science and Medicine**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 17–23, 2009.

COSTA, M. J. *et al.* Physiological adaptations to training in competitive swimming: A systematic review. **Journal of Human Kinetics**, [s. l.], v. 49, n. 1, p. 179–194, 2015.

COSTA, M. J. *et al.* Tracking the performance of world-ranked swimmers. **Journal of Sports Science and Medicine**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 411–417, 2010.

CRESCÊNCIO, J. C. *et al.* Measurement of anaerobic threshold during dynamic exercise in healthy subjects: Comparison among visual analysis and mathematical models. **Computers in Cardiology**, [s. l.], v. 30, p. 801–804, 2003.

CUNHA, P. J. R. **Prescrição e controlo do regime de treino aeróbio em nadadores**. 2017. [s. l.], 2017.

CZUBA, M. *et al.* Section II – Exercise Physiology & Nutrition Lactate Threshold (D-Max Method) and Maximal Lactate Steady State in Cyclists Lactate Threshold (D-Max Method) and Maximal Lactate Steady-State in Cyclists. **Journal of Human Kinetics**, [s. l.], v. 21, n. 21, p. 49–56, 2009.

DA COSTA, A. M.; COSTA, M. J.; MARINHO, D. A. Velocidade crítica em natação: Uma revisão da literatura. **Motricidade**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 158–170, 2015.

DA SILVA, J. K. F. *et al.* Limiar anaeróbio em atletas de natação: uma revisão sistemática. **Pensar a Prática**, [s. l.], v. 22, p. 1–15, 2019.

DA SILVA *et al.* Predicting Lactate Threshold With Rate of Perceived Exertion in Young Competitive Male Swimmers. **Perceptual and Motor Skills**, [s. l.], 2021.

DASILVA, S. G. *et al.* Age and physiological, perceptual, and affective responses during walking at a self-selected pace. **Perceptual and Motor Skills**, [s. l.], v. 111, n. 3, p. 963–978, 2010.

DASILVA, S. G. *et al.* Gender-based differences in substrate use during exercise at a self-selected pace. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, [s. l.], v. 25, n. 9, p. 2544–2551, 2011.

DASILVA, S. G. *et al.* Psychophysiological responses to self-paced treadmill and overground exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 43, n. 6, p. 1114–1124, 2011.

DAVIS, J. A. *et al.* Comparison of three methods for detection of the lactate threshold. **Clinical physiology and functional imaging**, [s. l.], v. 27, n. 6, p. 381–384, 2007.

DE BARROS SOUSA, F. A., RODRIGUES, N. A. *et al.* Aerobic and Anaerobic Swimming Force Evaluation in One Single Test Session for Young Swimmers. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 38, n. 5, p. 378–383, 2017.

DE MORAES BERTUZZI, R. C. *et al.* Metabolismo do lactato: uma revisão sobre a bioenergética e a fadiga muscular. **Revista Brasileira Cineantropometria Desempenho Humano**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 226–234, 2009.

DEKERLE, J. *et al.* Application of the critical power concept in swimming. **Portuguese Journal of Sport Sciences**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 103–105, 2006.

DEKERLE, J. *et al.* Critical swimming speed does not represent the speed at maximal lactate steady state. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 26, n. 7, p. 524–530, 2005.

DEKERLE, J. *et al.* **Les zones d'intensité d'exercice en natation. Actes des 3èmes journées spécialisées de natation**. [S. l.]: Editions Publibook, 2003.

DEKERLE, J. *et al.* Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 89, n. 3–4, p. 281–288, 2003.

DEKERLE, J. *et al.* Validity and Reliability of Critical Speed , Critical Stroke Rate , and Anaerobic Capacity in Relation to Front Crawl Swimming Performances. **International journal of sports medicine**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 93–98, 2002.

DEMINICE, R. *et al.* Série de treinamento intervalado de alta intensidade como índice de determinação da tolerância à acidose na predição da performance anaeróbia de natação. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 185–189, 2007.

DEMINICE, R. *et al.* Validade do teste de 30 minutos (T-30) na determinação da capacidade aeróbia, parâmetros de braçada e performance aeróbia de nadadores treinados. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 195–199, 2007.

DI PRAMPERO, P. E. The concept of critical velocity: A brief analysis. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, [s. l.], v. 80, n. 2, p. 162–164, 1999.

DI PRAMPERO, P. E. *et al.* The critical velocity in swimming. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 102, n. 2, p. 165–171, 2008.

DUBOUCHAUD, H. *et al.* Endurance training, expression, and physiology of LDH, MCT1, and MCT4 in human skeletal muscle. **American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism**, [s. l.], v. 278, n. 4 41-4, p. 571–579, 2000.

ELMER, D. J.; TONEY, M. Respiratory Rate Threshold Accurately Estimates the Second Lactate Threshold. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 39, n. 4, p. 291–296, 2018.

ESPADA, M. A. D. C. **O Estado Estacionário Máximo de Lactato em Nadadores de Alto Rendimento**. 2013. [s. l.], 2013.

ESPALDA, M.; ALVES, F. **Critical Velocity and the Velocity at Maximal Lactate Steady State Swimming**. [S. l.: s. n.], 2010.

ESTON, R. Use of ratings of perceived exertion in sports. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 175–182, 2012.

ESTON, R.; PARFITT, G. Perceived exertion, heart rate and other noninvasive methods for exercise testing and intensity control. *In*: KINANTHROPOMETRY AND EXERCISE PHYSIOLOGY LABORATORY MANUAL: TESTS, PROCEDURES AND DATA. [S. l.: s. n.], 2018.

ESTON, R. G.; WILLIAMS, J. G. Reliability of ratings of perceived effort regulation of exercise intensity. **British journal of sports medicine**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 153–155, 1988.

EVANS, S. L. *et al.* Physiological determinants of 10-km performance in highly trained female runners of different ages. **Journal of applied physiology**, [s. l.], v. 78, n. 5, p. 1931–1941, 1995.

FABRE, N. *et al.* A Novel Approach for Lactate Threshold Assessment Based on Rating of Perceived Exertion. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [s. l.], v. 8, n. 3, p. 263–270, 2013. Disponível em: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsp/8/3/article-p263.xml>.

FAUL, F. *et al.* G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior Research Methods**, [s. l.], v. 39, n. 2, p. 175–191, 2007.

FERNANDES, R. *et al.* **Anaerobic Critical Velocity: a new tool for young swimmers training advice**. New York: Nova Science Publishers, 2008.

FERREIRA, A. M. *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**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 1–9, 2018.

FERREIRA, G. A. *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**, [s. l.], v. 24, n. 5, p. 532–542, 2014.

FERREIRA ET. AL., M. **Changes of the energetic profile in master swimmers over a season.** [S. l.: s. n.], 2016.

FINA, F. I. de natation. **Fina constitution.** [S. l.: s. n.], 2019.

FONSECA, S.; AMORIM, M. R.; ARRIEIRO, A. N. Confiabilidade do limiar de lactato identificada pelo método visual. **Acta Fisiátrica**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 16–20, 2011.

Disponível em: <http://www.actafisiatrica.org.br/v1/frmMostraArtigo.aspx?artigo=1609>.

FORSYTH, J. *et al.* Using lactate threshold to predict 5-km treadmill running performance in veteran athletes. **Biology of Sport**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 233–237, 2017.

FOSTER, C. *et al.* A new approach to monitoring exercise training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 109–115, 2001.

FOSTER, C. *et al.* Athletic performance in relation to training load. **Wisconsin medical journal**, [s. l.], v. 95, n. 6, p. 370–374, 1996.

FOSTER, C. A. R. L. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, [s. l.], v. 30, n. 7, p. 1164–1168, 1998.

FRANKEN, M.; ZACCA, R.; CASTRO, F. D. S. Velocidade crítica em natação: fundamentos e aplicação. **Motriz**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 209–222, 2011.

GABRIELA, R. obert.; GATTI, O. Respostas fisiológicas e biomecânicas de nadadores em diferentes intensidades de nado. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 26–35, 2004.

GARCIA-TABAR, I. *et al.* Validity of a single lactate measure to predict fixed lactate thresholds in athletes. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 35, n. 4, p. 385–392, 2017.

GARCIN, M.; VANDEWALLE, H.; MONOD, H. A new rating scale of perceived exertion based on subjective estimation of exhaustion time: A preliminary study. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 40–43, 1999.

GIBSON, A. S. C. *et al.* The Conscious Perception of the Sensation of Fatigue. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 1–10, 2003. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200333030-00001>.

GIBSON, S. *et al.* The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 36, n. 8, p. 705–722, 2006.

GINN, E. **The Application of the Critical Power Test to Swimming and Swim Training Program.** [S. l.]: National Sports Research Centre, 1993.

GIOVANELLI, N. *et al.* A new field test to estimate the aerobic and anaerobic thresholds and maximum parameters. **European Journal of Sport Science**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 437–443, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1640289>.

GLADDEN, L. B. Lactate metabolism: A new paradigm for the third millennium. **Journal of Physiology**, [s. l.], v. 558, n. 1, p. 5–30, 2004.

GOMES, A. C. **Treinamento desportivo: estruturação e periodização.** [S. l.]: Artmed, 2009.

GOODWIN, M. L. *et al.* Blood lactate measurements and analysis during exercise: A guide for clinicians. **Journal of Diabetes Science and Technology**, [s. l.], v. 1, n. 4, p. 558–569, 2007.

GRECO, C. C. *et al.* Effects of gender on stroke rates, critical speed and velocity of a 30-min swim in young swimmers. **Journal of Sports Science and Medicine**, [s. l.], v. 6, n. 4, p. 441–447, 2007.

GRECO, C. C. *et al.* Limiar anaeróbio e velocidade crítica determinada com diferentes distâncias em nadadores de 10 a 15 anos: relações com a performance e a resposta do lactato sanguíneo em testes de endurance. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 2–8, 2003.

GRECO, C. C.; DENADAI, B. S. Critical speed and endurance capacity in young swimmers: effects of gender and age. **Pediatr Exerc Sci**, [s. l.], v. 17, p. 353–363, 2005.

GREEN, J. M. *et al.* Overall and differentiated ratings of perceived exertion at the respiratory compensation threshold: Effects of gender and mode. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 89, n. 5, p. 445–450, 2003.

GREEN, J. M. *et al.* RPE-lactate dissociation during extended cycling. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 94, n. 1–2, p. 145–150, 2005.

GREEN, J. M. *et al.* RPE association with lactate and heart rate during high-intensity interval cycling. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 38, n. 1, p. 167–172, 2006.

HALL, M. M. *et al.* Lactate: Friend or Foe. **PM and R**, [s. l.], v. 8, n. 3, p. S8–S15, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2015.10.018>.

HECK, H. *et al.* Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 117–130, 1985.

HELLARD, P. *et al.* Modeling the VO<sub>2</sub> slow component in elite long distance swimmers at the velocity associated with lactate threshold. **Biomechanics and medicine in swimming**, [s. l.], v. 11, 2010.

HEUBERGER, J. A. *et al.* Repeatability and predictive value of lactate threshold concepts in endurance sports. **PloS one**, [s. l.], v. 13, n. 11, p. 1–16, 2018.

HIGA, M. N. *et al.* Comparison of anaerobic threshold determined by visual and mathematical methods in healthy women. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, [s. l.], v. 40, n. 4, p. 501–508, 2007.

HIRAKATA, V. N.; CAMEY, S. A. Bland-altman analysis of agreement between methods. **journal HCPA**, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 261–268, 2009.

HOEFELMANN, L. P. *et al.* Comparação de diferentes métodos para identificação do limiar anaeróbio em nadadores. **Revista da Educacao Fisica**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 297–305, 2011.

HOEGER, W. W. *et al.* **Lifetime physical fitness and wellness**. [S. l.]: Cengage Learning, 2018.

HOLFELDER, B.; BROWN, N.; BUBECK, D. The Influence of Sex, Stroke and Distance on the Lactate Characteristics in High Performance Swimming. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 8, n. 10, 2013.

HOUSH, T. J. *et al.* The re-relationship between critical power and the onset of blood lactate accumulation. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 31–36, 1991.

IMPELLIZZERI, F. M. *et al.* Use of RPE-based training load in soccer. **Medicine & Science in sports & exercise**, [s. l.], v. 36, n. June, p. 1042–1047, 2004.

IWAOKA, K. *et al.* Blood lactate accumulation during exercise in older

endurance runners. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 253–256, 1988.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, [s. l.], v. 40, n. 03, p. 497, 1978.

JACOBS, I. Blood lactate implications for training and sports performance. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 10–25, 1986.

KAUFMAN, C. *et al.* Ratings of perceived exertion of ACSM exercise guidelines in individuals varying in aerobic fitness. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, [s. l.], v. 77, n. 1, p. 122–130, 2006.

KESKINEN, K.; KESKINEN, O.; POYHONEN, T. **Determination of lactate threshold with four different analysis techniques for pool testing in swimmers.** [S. l.: s. n.], 2010.

KESKINEN, K. L.; KOMI, P. V.; RUSKO, H. A comparative study of blood lactate tests in swimming. / Etude comparative des tests de lactate sanguin en natation. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 197–201, 1989. Disponível em: <http://proxy.lib.ohio-state.edu/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=SPH249155&site=ehost-live%5Cnhttp://articles.sirc.ca/search.cfm?id=249155>.

KOKUBUN, E. Velocidade crítica como estimador do limiar anaeróbico na natação. **Rev.Paul.Ed.Física**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 5–20, 1996.

KOSTOULAS, I. *et al.* Critical velocity and lactate threshold in high competitive level male swimmers. *In:* , 2011. **“Research and Applications in Sports Science,”**. [S. l.: s. n.], 2011. p. 101.

KUROKAWA, T.; UEDA, T. Validity of ratings of perceived exertion as an index of exercise intensity in swimming training. **Ann Physiol Anthropol**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 277–288, 1992. Disponível em: <http://www.mendeley.com/research/geology-volcanic-history-eruptive-style-yakedake-volcano-group-central-japan/>.

LAMB, K.; PARFITT, G.; ESTON, R. Effort perception. *In:* OXFORD TEXTBOOK OF CHILDREN’S SPORT AND EXERCISE MEDICINE. [S. l.: s. n.], 2017.

LAMBERT, M.; BORRESEN, J. A Theoretical Basis of Monitoring Fatigue: A Practical Approach for Coaches. **International Journal of Sports Science & Coaching**, [s. l.], v. 1, n. 4, p. 371–388, 2006.

LIMA, M. C. S. *et al.* Proposta de teste incremental baseado na percepção subjetiva de esforço para determinação de limiares metabólicos e parâmetros mecânicos do nado livre. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s. l.], v. 12, n. 5, p. 268–274, 2006. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-86922006000500009&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922006000500009&lng=pt&tlng=pt).

LOMAX, M. The effect of three recovery protocols on blood lactate clearance after race-paced swimming. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, [s. l.], v. 26, n. 10, p. 2771–2776, 2012.

LONDEREE, B. R. Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta-analysis. **Medicine and science in sports and exercise**, [s. l.], v. 29, n. 6, p. 837–843, 1997.

MACHADO, F. A. *et al.* Comparação entre os ajustes de curva exponencial e polinomial na determinação do limiar de lactato pelo método Dmax. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, [s. l.], v. 33, n. 4, p. 1029–1040, 2011.

MACHADO, M. V. *et al.* Effect of 12 weeks of training on critical velocity and

maximal lactate steady state in swimmers. **European Journal of Sport Science**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 165–170, 2011.

MADER, A.; HECK, H. A theory of the metabolic origin of “anaerobic threshold”. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 7, n. SUPPL. 1, p. 45–65, 1986.

MADSEN, O.; LOHBERG, M. The lowdown on lactates. **Swimming Technique**, [s. l.], v. 4, p. 21–26, 1987.

MADSEN, Ø.; M., L. **The lowdown on lactates. In Swimming Technique.** [S. l.: s. n.], 1987.

MAFFULLI, N.; TESTA, V.; CAPASSO, G. Anaerobic threshold determination in master endurance runners. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 242–249, 1994.

MAGLISCHO, E. W.; DO NASCIMENTO, F. G. **Nadando ainda mais rápido.** [S. l.]: Manole, 2003.

MAGLISCHO, E. W.; ERNEST W MAGLISHO. **Nadando ainda mais rápido.** Barueri SP, v. 1, p. 691, 1999.

MALONE, J. J. *et al.* Seasonal Training-Load Quantification in Elite English Premier League Soccer Seasonal Training-Load Quantification in Elite English Premier League Soccer Players. **International journal of sports physiology and performance**, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 489–497, 2014.

MARINHO, D. A. *et al.* Applying Anaerobic Critical Velocity in Non-Elite Swimmers. **International Journal of Swimming Kinetics**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 33–50, 2012.

MARTIN, L.; WHYTE, G. Comparison of Critical Swimming Velocity and Velocity. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 21, p. 366–368, 2000.

MCGIBBON, K. E. *et al.* Pacing in Swimming: A Systematic Review. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 48, n. 7, p. 1621–1633, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0901-9>.

MICHELE, R. Di *et al.* Estimation of the anaerobic threshold from heart rate variability in an incremental swimming test. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, [s. l.], v. 26, n. 11, p. 3059–3066, 2012.

MOLIK, B. *et al.* Comparison of Aerobic Performance Testing Protocols in Elite Male Wheelchair Basketball Players. **Journal of Human Kinetics**, [s. l.], v. 60, n. 1, p. 243–254, 2017.

MOONEY, R. *et al.* Inertial sensor technology for elite swimming performance analysis: A systematic review. **Sensors (Switzerland)**, [s. l.], v. 16, n. 1, 2015.

MORGADO, J. P. *et al.* Long-term swimming training modifies acute immune cell response to a high-intensity session. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 118, n. 3, p. 573–583, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-017-3777-8>.

MUJKA, I. *et al.* Effects of training on performance in competitive swimming. **Canadian journal of applied physiology = Revue canadienne de physiologie appliquée**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 395–406, 1995.

NEIVA, H. P. *et al.* The Effects of Different Warm-up Volumes on the 100-m Swimming Performance: A Randomized Crossover Study. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, [s. l.], v. 29, n. 11, p. 3026–3036, 2015.

NEIVA, H. P. *et al.* Warm-Up and Performance in Competitive Swimming. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 44, n. 3, p. 319–330, 2014.

NEIVA, H. P.; FERNANDES, R. J.; VILAS-BOAS, J. P. Anaerobic critical velocity in four swimming techniques. **International Journal of Sports Medicine**, [s.

*l.*], v. 32, n. 3, p. 195–198, 2011.

NERIC, F. B. *et al.* Comparison of swim recovery and muscle stimulation on lactate removal after sprint swimming. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, [s. *l.*], v. 23, n. 9, p. 2560–2567, 2009.

NOBLE, B. J. *et al.* **A category-ratio perceived exertion scale: Relationship to blood and muscle lactates and heart rate.** [S. *l.*: s. *n.*], 1983.

NOBLE, B. J.; ROBERTSON, R. J. **The Borg scale: development, administration, and experimental use Perceived exertion.** [S. *l.*]: Human Kinetics, 1996.

OLBRECHT, J. **The Science of Winning - Planning, Periodizing and Optimizing Swim Training.** [S. *l.*: s. *n.*], 2000.

OLIVEIRA, D. R. *et al.* The oxygen uptake slow component at submaximal intensities in breaststroke swimming. **Journal of Human Kinetics**, [s. *l.*], v. 50, n. 2, p. 165–173, 2016.

PAGEAUX, B. Perception of effort in Exercise Science: Definition, measurement and perspectives. **European Journal of Sport Science**, [s. *l.*], v. 16, n. 8, p. 885–894, 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17461391.2016.1188992>.

PALLARÉS, J. G. *et al.* Validity and reliability of ventilatory and blood lactate thresholds in well-trained cyclists. **PLoS ONE**, [s. *l.*], v. 11, n. 9, p. 1–16, 2016.

PAPASSOTIRIOU, I. ; NIFLI, A. PAPASSOTIRIOU2018. **Biochemia medica: Biochemia medica**, [s. *l.*], v. 28, n. 2, p. 1–11, 2018.

PAPOTI, M. *et al.* Tethered Swimming for the Evaluation and Prescription of Resistance Training in Young Swimmers. **International Journal of Sports Medicine**, [s. *l.*], v. 38, n. 2, p. 125–133, 2017.

PAPOTI, M. *et al.* Utilização de métodos invasivo e não invasivo na predição das performances aeróbia e anaeróbia em nadadores de nível nacional. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, [s. *l.*], v. 5, n. 1, p. 7–14, 2005. Disponível em: [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1645-05232005000100002](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1645-05232005000100002).

PARANÁ, A. masters do. **Categorias masters de natação.** [S. *l.*], 2022.

PARFITT, G.; EVANS, H.; ESTON, R. Perceptually regulated training at RPE13 is pleasant and improves physical health. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. *l.*], v. 44, n. 8, p. 1613–1619, 2012.

PATOZ, A. *et al.* Effect of Mathematical Modeling and Fitting Procedures on the Assessment of Critical Speed and Its Relationship With Aerobic Fitness Parameters. **Frontiers in Physiology**, [s. *l.*], v. 12, n. May, p. 1–11, 2021.

PAULISTA, F. aquatica. **Natação 2017.** [S. *l.*: s. *n.*], 2017. Disponível em: <https://www.aquaticapaulista.org.br/arquivos/2016/20161217065816.pdf>.

PELARIGO, J. G. *et al.* Comparison of different methods for the swimming aerobic capacity evaluation. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. *l.*], v. 32, n. 12, p. 3542–3551, 2018.

PELARIGO, J. G. *et al.* Índices técnicos correspondentes à velocidade crítica e à máxima velocidade de 30 minutos em nadadores com diferentes níveis de performance aeróbia \*. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s. *l.*], n. 19, p. 148–152, 2007.

PELARIGO, J. G. *et al.* Oxygen uptake kinetics and energy system's contribution around maximal lactate steady state swimming intensity. **PLoS ONE**, [s. *l.*], v. 12, n. 2, p. 1–12, 2017.

PELAYO, P. *et al.* Aerobic potential, stroke parameters, and coordination in

swimming front-crawl performance. **International journal of sports physiology and performance**, [s. l.], v. 2, n. 4, p. 347–359, 2007.

PELAYO, P. *et al.* Blood lactate recovery measurements, training, and performance during a 23-week period of competitive swimming. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, [s. l.], v. 74, n. 1–2, p. 107–113, 1996.

PEREIRA, J. G. **Caracterização Fisiológica da Natação de Competição**. [S. l.: s. n.], 1994.

PHYPPERS, B.; PIERCE, J. M. T. Lactate physiology in health and disease. **Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care and Pain**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 128–132, 2006.

PLATONOV, V. **Treinamento desportivo para nadadores de alto nível**. [S. l.]: Phorte, 2005.

PYNE, D. B.; LEE, H.; SWANWICK, K. M. Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 291–297, 2001.

PYNE, D.; MAW, G.; GOLDSMITH, W. Protocols for the physiological assessment of swimmers. *In*: **PHYSIOLOGICAL TESTS FOR ELITE ATHLETES**. [S. l.: s. n.], 2000. p. 372–382.

REIS, J.; ALVES, F. Training induced changes in critical velocity and V<sub>4</sub> in age group swimmers. **Portuguese Journal of Sport Sciences**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 311–316, 2006.

RIBEIRO, L. F. P. *et al.* Stage length, spline function and lactate minimum swimming speed. **J Sports Med Phys Fitness**, [s. l.], v. 43, n. 13, p. 312–318, 2003.

RIZZATO, A. *et al.* Critical velocity in swimmers of different ages. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, [s. l.], v. 58, n. 10, p. 1398–1402, 2018.

ROBERGS, R. A.; GHIASVAND, F.; PARKER, D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.**, [s. l.], v. 3, n. 287, p. R502–R516, 2004.

SCHERR, J. *et al.* Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 113, n. 1, p. 147–155, 2013.

SEIFERT, L. *et al.* The world book of swimming : from science to performance. **Ann. Rep. vet. Lab. N. England Zool. Soc. Chester Zool. Gardens**, [s. l.], v. 2011, p. unpaginated., 2011.

SEILER, K. S.; KJERLAND, G. Ø. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: Is there evidence for an “optimal” distribution? **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 49–56, 2006.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. **Techniques for measuring body composition**, [s. l.], v. 61, p. 223–244, 1961.

SKINNER, J. S. *et al.* The validity and reliability of a rating scale of perceived exertion. **Medicine and science in sports**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 94, 1973.

SMITH, J. C., & HILL, D. W. Stability of param-eter estimates derived from the power/time relationship. **Canadian Journal of Applied Physiology = Revue Canadienne De Physiologie Appliquée**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 43–47, 1993.

SMITH, D. J.; NORRIS, S. R.; HOGG, J. M. Performance Evaluation of Swimmers. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 32, n. 9, p. 539–554, 2002.

SOUSA, M.; VILAS-BOAS, J. P.; FERNANDES, R. J. Is the Critical Velocity

Test a Good Tool For Aerobic Assessment of Children Is the Critical Velocity Test a Good Tool For Aerobic Assessment of Children Swimmers?. **The Open Sports Science Journal**, [s. l.], v. 5, n. 1, 2012.

STEGMANN, H.; KINDERMANN, W.; SCHNABEL, A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. **International journal of sports medicine**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 160–165, 1981.

SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B. R. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. **Canadian journal of applied physiology = Revue canadienne de physiologie appliquee**, [s. l.], v. 28, n. 2, p. 299–323, 2003. Disponível em: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/h03-023>.

TAKAHASHI, S. *et al.* A method for determining critical swimming velocity. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 30, n. 2, p. 119–123, 2009.

TANAKA, H.; SEALS, D. R. Endurance exercise performance in Masters athletes: Age-associated changes and underlying physiological mechanisms. **Journal of Physiology**, [s. l.], v. 586, n. 1, p. 55–63, 2008.

TANNER, R. K.; FULLER, K. L.; ROSS, M. L. R. Evaluation of three portable blood lactate analysers: Lactate Pro, Lactate Scout and Lactate Plus. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 109, n. 3, p. 551–559, 2010.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. [S. l.]: Artmed, 2009.

TOKMAKIDIS, S. P.; LEGER, L. A.; PILIANIDIS, T. C. Failure to obtain a unique threshold on the blood lactate concentration curve during exercise. / Difficulté a obtenir un seuil unique de la courbe de concentration de lactate lors de l' exercice. **European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology**, [s. l.], v. 77, n. 4, p. 333–342, 1998. Disponível em: <http://articles.sirc.ca/search.cfm?id=463003%5Cnhttp://ezproxy.library.yorku.ca/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=sph&AN=SPH463003&site=ehost-live%5Cnhttp://link.springer.de>.

TOUBEKIS, A. G. *et al.* Training-induced changes on blood lactate profile and critical velocity in young swimmers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 25, n. 6, p. 1563–1570, 2011.

TOUBEKIS, A. G.; TOKMAKIDIS, S. P. Metabolic responses at various intensities relative to critical swimming velocity. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, [s. l.], v. 27, n. 6, p. 1731–1741, 2013.

TOUBEKIS, A. G.; TSAMI, A. P.; TOKMAKIDIS, S. P. Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 117–123, 2006.

TSALIS, G. *et al.* Physiological responses and stroke-parameter changes during interval swimming in different age-group female swimmers. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, [s. l.], p. 3312–3319, 2012.

UTTER, A. C. *et al.* Validation of the adult OMNI Scale of Perceived Exertion for walking/running exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 36, n. 10, p. 1776–1780, 2004.

VAN HALL, G. Lactate kinetics in human tissues at rest and during exercise. **Acta Physiologica**, [s. l.], v. 199, n. 4, p. 499–508, 2010.

VANDEWALLE, H. *et al.* Comparison between a 30-s all-out test and a time-work test on a cycle ergometer. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, [s. l.], v. 58, n. 4, p. 375–381, 1989.

WAKAYOSHI, K. *et al.* A simple method for determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. **International Journal of**

**Sports Medicine**, [s. l.], v. 13, n. 5, p. 367–371, 1992.

WAKAYOSHI, Kohji *et al.* Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, [s. l.], v. 64, n. 2, p. 153–157, 1992.

WAKAYOSHI, K. *et al.* Determination and validity of critical velocity in front crawl, arm stroke and leg kick as an index of endurance performance in competitive swimmers. **Norwegian School of Sport Sciences**, [s. l.], p. 236–238, 2010.

WAKAYOSHI, K. *et al.* Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state?. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, [s. l.], v. 66, n. 1, p. 90–95, 1993.

WALLACE, L. *et al.* Using Session-RPE to Monitor Training Load in Swimmers. **Strength & conditioning journal**, [s. l.], v. 30, n. 6, p. 72–76, 2008.

WASSERMAN, K.; MCILROY, M. B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **The American Journal of Cardiology**, [s. l.], v. 14, n. 6, p. 844–852, 1964. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0002914964900128>.

WESTERBLAD, H.; ALLEN, D. G.; LÄNNERGREN, J. Muscle fatigue: Lactic acid or inorganic phosphate the major cause?. **News in Physiological Sciences**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 17–21, 2002.

WISWELL, R. A. *et al.* Maximal aerobic power, lactate threshold, and running performance in master athletes. **Medicine and science in sports and exercise**, [s. l.], v. 32, n. 6, p. 1165–1170, 2000.

WORLD MEDICAL, A. World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving human subjects. **Bulletin of the World Health Organization**, [s. l.], v. 79, n. 4, p. 373, 2001.

WRIGLEY, R. *et al.* Quantification of the typical weekly in-season training load in elite junior soccer players. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 30, n. 15, p. 37–41, 2012.

YOSHIDA, T. *et al.* Blood lactate parameters related to aerobic capacity and endurance performance. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, [s. l.], v. 56, n. 1, p. 7–11, 1987.

ZACCA, R. *et al.* Critical velocity, anaerobic distance capacity, maximal instantaneous velocity and aerobic inertia in sprint and endurance young swimmers. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 110, n. 1, p. 121–131, 2010.

ZACCA, R. *et al.* Swimming training assessment: the critical velocity and the 400-m test for age-group swimmers. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, [s. l.], v. 30, n. 5, p. 1365–1372, 2016.

ZAMUNÉR, A. R. *et al.* Assessment of subjective perceived exertion at the anaerobic threshold with the Borg CR-10 scale. **Journal of Sports Science and Medicine**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 130–136, 2011.

## APÊNDICE

### APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, Professor Dr. Raul Osiecki e Jhonny Kleber Ferreira da Silva, aluno de pós-graduação - da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando você, atleta de natação, a participar de um estudo intitulado “**Comparação da velocidade do limiar de lactato em testes máximos, progressivo, velocidade crítica e ritmo contínuo auto selecionado em atletas recreacionais de natação**”. A identificação do limiar de lactato por meio de um teste submáximo de ritmo contínuo auto selecionado se torna atraente opção não-invasiva e de baixo custo operacional, para treinadores e técnicos na avaliação da aptidão física e prescrição do treinamento para atletas recreacionais de natação.

a) O objetivo desta pesquisa é obter evidências de eficácia na utilização de método alternativo não invasivo e de baixo custo operacional - por meio da velocidade auto selecionada - para prever o limiar de lactato em atletas recreacionais de natação durante teste submáximo em piscina.

b) Caso você participe da pesquisa, será necessário à realização de testes máximos e submáximos em uma piscina de 25 metros para a identificação do limiar anaeróbico. No primeiro contato os nadadores irão assinar o termo de consentimento livre esclarecido. Receberão instruções em relação ao teste físico que irão realizar assim como explicação e exemplificação das escalas perceptuais. Os nadadores serão avaliados dentro do período de 4 dias, compostos por 4 momentos (Testes máximos, Teste progressivo, velocidade crítica e protocolo submáximo) com intervalos de 2 dias do momento 1 ao 2 e 1 dia para os demais momentos. O aquecimento dos Testes máximos, Teste progressivo, velocidade crítica será padronizado e o aquecimento do protocolo submáximo será conforme o protocolo de teste. No primeiro teste (teste máximo) e primeiro encontro os nadadores irão preencher uma anamnese, será verificado peso corporal, estatura, dobras cutâneas (etapa 1). Em seguida os nadadores realizarão um aquecimento padronizado e logo após o aquecimento três estímulos (etapa 2) em intensidades máximas, 400, 200 e 100 metros nado crawl com intervalos entre estímulos de 45 minutos (NERIC et al., 2009). Todos os estímulos serão realizados com saída dentro da água. Após cada estímulo será coletado tempo, [La] e PSE para análises posteriores (1º momento).

Após dois dias os participantes realizarão um aquecimento padronizado e o Protocolo de Teste submáximo Adaptado (RABIT - Running Advisor Billat Training) que será realizado em três estímulos, os nadadores realizarão o protocolo de teste submáximo com coletas de percepção subjetiva de esforço e [La] imediatamente após cada estímulo. No primeiro estímulo o atleta nadará 10 minutos em ritmo de aquecimento com um minuto de intervalo e em seguida no segundo estímulo, 5 minutos em ritmo moderado e por último com um minuto de intervalo, o terceiro estímulo, 4 minutos em ritmo forte (2º momento).

No dia seguinte na etapa de velocidade crítica, será realizado um aquecimento padronizado e em seguida os participantes serão orientados a cumprir um protocolo de 3 estímulos de 200 metros na velocidade crítica (calculada a partir dos estímulos máximo de 100 e 400 metros) com o objetivo de identificar as [La] nessa velocidade, em cada intervalo será coletado a percepção de esforço e as [La] (3º momento).

No quinto momento os nadadores realizarão um aquecimento padronizado e em seguida realizarão o protocolo progressivo de 8 x 100 metros nado crawl com saídas dentro da água, e após cada estímulo será coletado [La] e PSE para análises posteriores (4º momento).

c) Para tanto, você deverá comparecer Complexo esportivo Ítalo Brasileiro localizado na Av. João Dias, 2046- Santo Amaro - SP, cep :04724-003 para realização dos testes em piscina.

d) É possível que você experimente algum desconforto, principalmente relacionado à dor muscular, cansaço e/ou desconforto na inserção da lanceta na ponta do dedo indicador, durante e logo após o teste. Além disso, deve estar ciente que poderá apresentar náuseas e/ou vômitos decorrentes do esforço na realização dos testes. No entanto, menos de 1% da população americana apresenta desconforto extremo durante este tipo de teste (*American College of Sports Medicine - ACSM*). O risco de mal súbito, considerado como qualquer ocorrência repentina da perda súbita da consciência, como desmaios, hipoglicemia, vertigem, dentre outros, é mínimo, mas poderá ocorrer. Sendo assim, durante todo o teste, o participante terá a presença de um médico, para que auxilie na interpretação dos sinais de mal súbito e para que forneça o suporte básico e avançado, necessários para reverter o quadro.

e) Alguns riscos mínimos, relacionados ao estudo podem ser esperados, como dor muscular tardia. No entanto, um dos critérios de inclusão para o estudo é experiência prévia com a natação e nível de desempenho físico suficiente para a execução do teste. Dessa forma, a atividade proposta é de conhecimento dos indivíduos e faz parte da rotina de avaliações de desempenho dos mesmos.

f) Os benefícios da pesquisa incluem propor um teste submáximo baseado na velocidade auto selecionada como uma ferramenta não invasiva para determinar o limiar anaeróbio em nadadores jovens. A efetividade de um teste utilizando uma velocidade auto selecionada sobre os parâmetros de performance no limiar anaeróbio poderá beneficiar técnicos e nadadores na mensuração e prescrição do exercício para diferentes níveis de atletas e praticantes de natação, contribuindo com a introdução de método confiável e aplicável em academias e clubes de natação, sem o uso de métodos de alto custo e invasivos. Outro benefício a ser descrito é a confiabilidade da percepção do atleta em realizar um peacing ideal para uma melhor performance durante o momento do exercício e durante o treinamento diário sem a ocorrência da queda de performance.

g) Os pesquisadores Professor Dr. Raul Osiecki e aluno de pós-graduação Jhonny Kleber Ferreira da Silva, responsáveis por este estudo, poderão ser localizados no laboratório do Centro de Estudos da Performance Física - CEPEFIS, na Universidade Federal do Paraná/UFPR, Rua Coração de Maria, 92 | CEP 80210-132 | Campus Jardim Botânico | Curitiba | PR | Brasil, através do e-mail [raulfisioex@gmail.com](mailto:raulfisioex@gmail.com) ou [jhow\\_kleber@hotmail.com](mailto:jhow_kleber@hotmail.com) e/ou através dos telefones (41) 8832-1011 | (41) 99720-1741, no horário de 9h às 17h, para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

h) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.

i) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas (Orientador e mestrando responsável). No entanto, se qualquer informação for divulgada

em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e mantida sua confidencialidade.

j) O material obtido - amostras biológicas, questionários, imagens e vídeos - será utilizado unicamente para essa pesquisa. As amostras biológicas coletadas (sangue capilar da ponta do dedo indicador, para a avaliação das concentrações de lactato sanguíneo) será utilizada durante a pesquisa e após destruído/descartado em local apropriado, informado pelo Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná/UFPR dentro de 6 meses.

k) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

l) As despesas necessárias para a realização da pesquisa como transporte, materiais para coleta de dados e alimentação durante a realização dos testes não são de sua responsabilidade e você não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.

m) Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

n) Autorizo (  ), não autorizo (  ), o uso de minha amostra de sangue e dados coletados para fins da pesquisa, sendo seu uso restrito ao estudo.

Eu, \_\_\_\_\_ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim. Eu entendi o que não posso fazer durante a pesquisa.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

Curitiba, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante de Pesquisa ou Responsável Legal

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE

## ANEXO

ANEXO 1 – ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO CR-10 (Borg 1982).

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

Escala RPE de Borg  
©Gunnar Borg, 1981, 1982, 1988

## Instruções para a Escala CR-10 de Borg

**Instruções básicas:** 10, "Extremamente forte - D Máx.", é a âncora principal. É a percepção (D) mais intensa que você já experimentou. Contudo, pode ser possível experimentar ou imaginar algo ainda mais forte. Portanto, o "Máximo absoluto" está posicionado um pouco mais abaixo na escala, sem receber um número fixo; esse nível está marcado por um ponto "●". Se você perceber uma intensidade maior do que 10, poderá usar um número mais elevado.

Comece com uma *expressão verbal* e, em seguida, escolha um *número*. Se a sua percepção é "Muito fraca", escolha 1; se "Moderada", escolha 3 etc. Fique à vontade para utilizar meios valores (como 1.5 ou 3.5) ou decimais (como, por exemplo, 0.3; 0.8 ou 2.3). É muito importante que você responda o que percebeu, e não o que acredita que deveria responder. Seja o mais honesto possível, e tente não superestimar nem subestimar as intensidades.

**Estimativa do esforço percebido:** Desejamos que você estime o seu esforço percebido (D), ou seja, como você sente a intensidade do exercício pesado. Isso depende principalmente da tensão e da fadiga nos seus músculos e da sua sensação de falta de ar ou de dores no peito. Mas você deve prestar atenção somente às suas sensações subjetivas e não aos sinais fisiológicos ou em qual é a atual carga física.

- 1     Corresponde a um exercício "muito fraco", o mesmo que andar lentamente em seu próprio ritmo, durante alguns minutos.
- 3     Não é especialmente intenso e a pessoa não terá problemas em continuar.
- 5     Você está cansado, mas não tem grandes dificuldades.
- 7     Você ainda pode prosseguir, mas terá de se esforçar muito e se sentirá bastante cansado.
- 10    Essa é a maior intensidade que a maioria das pessoas já vivenciou anteriormente.
- Esse é o "Máximo absoluto", por exemplo, 11, 12 ou superior.

**Classificação da dor:** Quais são as suas piores experiências com a relação à dor? Se você usar 10 como o maior esforço que já vivenciou, ou que pode imaginar, como estimaria as suas três piores experiências de dor?

- 10 “Extremamente forte – D Máx.” é o seu principal ponto de referência. Ele está ancorado em sua pior dor previamente vivenciada, que você acabou de descrever: a “D Máx.”.
- Sua pior dor vivenciada, “D Máx.”, pode não ser o nível mais elevado possível. Pode existir uma dor ainda pior. Se o que você sentiu é um pouco mais intenso, estimará a sensação como 11 ou 12. Se for muito mais intenso, por exemplo, 1.5 o “D Máx.”, você estimará como 15!

## ANEXO 2 – ANAMNESE E FICHA DE AVALIAÇÃO

FICHA DE AVALIAÇÃO
--------------------

NOME:	DATA NASCIMENTO:
CATEGORIA:	
A Quanto tempo pratica natação?	
Quantos minutos por dia?	
Qual sua frequência semanal de treino?	

DADOS ANTROPOMETRICOS E COMPOSIÇÃO CORPORAL		
Peso:	Estatura:	Envergadura:
Subescapular	Peitoral	Abdominal
Tricipital	Axilar média	Coxa
Bicipital	Supra Ilíaca	Panturrilha