

---

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE  
(BIODINÂMICA DA MOTRICIDADE HUMANA)

---

**DETERMINAÇÃO DE FATORES DE CORREÇÃO DA  
INTENSIDADE DE LIMIAR ANAERÓBIO EM DIFERENTES  
SÉRIES DE TREINAMENTO INTERMITENTE NA NATAÇÃO**

**RONALDO BUCKEN GOBBI**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Motricidade, na Área de Concentração em Biodinâmica da Motricidade Humana.

**NOVEMBRO de 2014**

---

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE  
(BIODINÂMICA DA MOTRICIDADE HUMANA)

---

**DETERMINAÇÃO DE FATORES DE CORREÇÃO DA  
INTENSIDADE DE LIMIAR ANAERÓBIO EM DIFERENTES  
SÉRIES DE TREINAMENTO INTERMITENTE NA NATAÇÃO**

**Aluno: RONALDO BUCKEN GOBBI**  
**Orientador: Prof. Dr. MARCELO PAPOTI**

**NOVEMBRO de 2014**

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi estabelecer fatores de correção para intensidade e parâmetros mecânicos de nado em esforços intermitentes na intensidade de máxima fase estável de lactato (MFEL). Participaram do presente estudo 14 nadadores filiados a Federação Aquática Paulista (FAP), com participação em eventos competitivos por 3 anos. Foram realizadas sessões de treino intermitente, sendo cada sessão de treino com volume aproximado de 3000 m divididos em esforços de 50, 100 e 200m e intervalo padronizado em 30s. O teste de lactato mínimo foi utilizado para determinar a intensidade de limiar anaeróbio e realizado a cada 4 semanas para ajuste de intensidade. As sessões de treinos foram gravadas e os parâmetros cinemáticos de nado foram determinados em “nado limpo”. A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk e foi utilizado o teste variância ANOVA *one-way* para medidas repetidas e o *post-hoc* de Tukey. Para as sessões de treino em que foram realizados 60 esforços de 50m, 30 esforços de 100m e 14 esforços de 200m, os fatores de correção foram estabelecidos em  $118,11\% \pm 0,49$ ;  $105,75\% \pm 0,57$  e  $104,27\% \pm 0,62$  da intensidade de limiar anaeróbio (iLan) e a concentração de lactato sanguíneo foi de  $4,49 \pm 0,36$ ;  $4,01 \pm 0,37$  e  $3,32 \pm 0,53$  mM respectivamente. A distância e frequência de braçada e o índice de nado referentes ao fator de correção para 60 esforços de 50m foram  $1,02 \pm 0,03$  m,  $1,24 \pm 0,05$  Hz e  $1,34 \pm 0,07$  m<sup>2</sup>/s; 30 esforços de 100m foram  $0,98 \pm 0,02$  m,  $1,18 \pm 0,03$  Hz e  $1,14 \pm 0,05$  m<sup>2</sup>/s e para 14 esforços de 200m foram  $1,09 \pm 0,03$  m,  $1,11 \pm 0,03$  Hz e  $1,31 \pm 0,05$  m<sup>2</sup>/s respectivamente, sendo todos diferentes significativamente em relação aos mesmos parâmetros observados na iLan. O comprimento e a frequência de braçada apresentaram deflexão e inflexão próximas à intensidade observada nos fatores de correção. Desse modo pode-se concluir que para treinamentos intermitentes com o objetivo de desenvolvimento da capacidade aeróbia, compostos por 60 esforços de 50 metros, 30 esforços de 100 metros e 14 esforços de 200 metros com 30 segundos de intervalo passivo são sugeridos os fatores de correção de 4,3%; 5,7% e 18% na intensidade de limiar anaeróbio determinado pelo protocolo de lactato mínimo.

Palavras Chave: Treinamento Intermitente; Limiar Anaeróbio; Natação.

## LISTA DE ABREVIATURAS

[La<sup>-</sup>] – Concentração de lactato sanguíneo.

iLan – Intensidade de limiar anaeróbio

T30 – Teste de esforço máximo de 30 minutos

VC – Velocidade Crítica

MFEL – Máxima fase estável de lactato

DB – Distância de braçada

fB – Frequência de braçada

IN – Índice de nado

D-máx – Protocolo de distância máxima

iD-máx – Intensidade correspondente a distância máxima

FC – Fator de correção da intensidade de limiar anaeróbio para séries intermitentes

# SUMÁRIO

RESUMO.....	3
LISTA DE ABREVIATURAS.....	4
RESUMO.....	3
LISTA DE ABREVIATURAS.....	4
LISTA DE TABELAS .....	6
LISTA DE FIGURAS .....	7
1. INTRODUÇÃO .....	9
2. OBJETIVO.....	18
3. JUSTIFICATIVA.....	18
4. METODOLOGIA .....	22
4.1. Participantes. ....	22
4.2. Delineamento Experimental. ....	22
4.3. Determinação da iLan. ....	23
4.4. Monitoramento das Intensidades de Treino .....	24
4.5. Determinação de Fatores de Correção para o Treinamento Intermitente. ....	24
4.6. Análises Sanguíneas. ....	25
4.7. Parâmetros Cinemáticos de Nado .....	27
4.8. Tratamento Estatístico.....	28
5. RESULTADOS .....	29
6. DISCUSSÃO.....	46
7. CONCLUSÃO .....	50
8. APLICAÇÃO PRÁTICA: .....	50
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	50

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Fatores de correção para o ajuste da intensidade correspondente a 4 mM de lactato para o treinamento intermitente em diferentes distâncias das repetições com intervalos de 10s e 30s (Madsen e Lohberg, 1987).....	15
<b>Tabela 2.</b> Valores médios e erro padrão da velocidade (Vel), porcentagem da velocidade máxima obtida no teste de lactato mínimo (%Vel Máx) e concentração de lactato sanguíneo ( $[La^-]$ ) na indução à hiperlactacidemia e nos cinco esforços progressivos do primeiro teste de lactato mínimo.....	29
<b>Tabela 3.</b> Valores médios e erro padrão da velocidade (Vel), porcentagem da velocidade máxima obtida no teste de lactato mínimo (%Vel Máx) e concentração de lactato sanguíneo ( $[La^-]$ ) na indução à hiperlactacidemia e nos cinco esforços progressivos do segundo teste de lactato mínimo.....	30
<b>Tabela 4.</b> Valores médios e erro padrão da velocidade (Vel), porcentagem da velocidade máxima obtida no teste de lactato mínimo (%Vel Máx) e concentração de lactato sanguíneo ( $[La^-]$ ) na indução à hiperlactacidemia e nos cinco esforços progressivos do terceiro teste de lactato mínimo.....	30
<b>Tabela 5.</b> Valores médios e erros padrão da intensidade de limiar anaeróbio ( $iLan$ ), intensidade obtida pelo método D-máx ( $iD-máx$ ), fator de correção para nados intermitentes (FC), concentração de lactato sanguíneo no limiar anaeróbio ( $[La^-]_{Lan}$ ) e concentração de lactato sanguíneo observada no D-máx ( $[La^-]_{D-máx}$ ) para as sessões 60 esforços de 50m, 30 esforços de 100m e 14 esforços de 200m.....	40
<b>Tabela 6.</b> Valores médios e erros padrão do fator de correção (FC) para esforços intermitentes, a razão esforço/pausa (E:P) e a porcentagem relativa ao esforço máximo de 200m realizado no teste de lactato mínimo (% da $v200$ ) para as séries 60 esforços de 50m (60x50), 30 esforços de 100m (30x100) e de 14 esforços de 200m (14x200). .....	40
<b>Tabela 7.</b> Valores médios e erros padrão da distância de braçada (DB), frequência de braçada ( $fB$ ) e índice de nado (IN) na intensidade de limiar anaeróbio ( $iLan$ ) e no fator de correção para nado intermitente (FC) para as sessões 60 esforços de 50m, 30 esforços de 100m e 14 esforços de 200m.....	41
<b>Tabela 8.</b> Valores médios e erro padrão do fator de correção (FC) para esforços intermitentes, intensidade relativa a performance máxima de 200m ( $v200$ ), concentração de lactato sanguíneo ( $[La^-]$ ) na intensidade do fator de correção e variação da percepção subjetiva de esforço (PSE) para as séries compostas por 60 esforços de 50m, 30 esforços de 100m e 14 esforços de 200m.....	50

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Comportamento individual das concentrações lactacidêmicas obtidas no repouso (pós-aquecimento), no meio e ao final de quatro sessões de treinamento com intensidades corrigidas utilizando os fatores de correção propostos por Madsen & Lohberg (1987).....	20
<b>Figura 2.</b> Representação da concentração de lactato sanguíneo nos cinco esforços progressivos do teste de lactato mínimo. ....	24
<b>Figura 3.</b> Representação dos valores das concentrações de lactato sanguíneo nas respectivas intensidades em relação à intensidade de limiar anaeróbio (iLan) com os ajustes linear e polinomial juntamente com a determinação do D-máx e da intensidade de D-máx. ....	25
<b>Figura 4.</b> Modelo que representa a disposição da câmara com as marcações na piscina para determinar os parâmetros cinemáticos de nado.....	27
<b>Figura 5.</b> Médias e erros padrão das concentrações de lactato sanguíneo ( $[La^-]$ ) nos momentos início, meio e final de cada série na intensidade relativa a iLan. * Indica diferença significativa da $[La^-]$ em relação as outras séries. ....	31
<b>Figura 6.</b> Médias e erros padrão das concentrações de lactato sanguíneo ( $[La^-]$ ) nos momentos início, meio e final de cada série na intensidade relativa à iLan. * Indica diferença significativa da $[La^-]$ em comparação com 109,5%, 106,7%, 103,9% e 101,9% da iLan.....	32
<b>Figura 7.</b> Médias e erros padrão das concentrações de lactato sanguíneo ( $[La^-]$ ) nos momentos início, meio e final de cada série na intensidade relativa à iLan.....	33
<b>Figura 8.</b> Valores médios e erro padrão da DB, $fB$ e IN nos momentos início, meio e final das sessões de treino compostas de 60 esforços de 50m. * Indica diferença significativa entre 117,7%, 120,4%, e 122,3% da iLan. ....	34
<b>Figura 9.</b> Valores médios e erro padrão da DB, $fB$ e IN nos momentos início, meio e final das sessões de treino compostas de 30 esforços de 100m. * Indica diferença significativa em relação a todas as outras intensidades. # Indica diferença significativa entre 106,3%, 109,1%, e 114,5% da iLan. ....	35
<b>Figura 10.</b> Valores médios e erro padrão da DB, $fB$ e IN nos momentos início, meio e final das sessões de treino compostas de 14 esforços de 200m. * Indica diferença significativa em relação a todas as outras intensidades. # Indica diferença significativa entre 101%, 102,4%, 103,7% e 104,5% da iLan. ....	36
<b>Figura 11.</b> Valores médios $\pm$ erros padrão da percepção subjetiva de esforço (PSE) no meio e final da sessão de treino compostas por 60 esforços de 50m. * Indica diferença significativa entre 113,6%, 115,7% e 117,7 % da iLan.....	37
<b>Figura 12.</b> Valores médios $\pm$ erros padrão da percepção subjetiva de esforço (PSE) no meio e final da sessão de treino compostas por 30 esforços de 100m. * Indica diferença significativa entre 101,9%, 103,9% e 106,7% da iLan.....	38
<b>Figura 13.</b> Valores médios $\pm$ erros padrão da percepção subjetiva de esforço (PSE) no meio e final da sessão de treino compostas por 14 esforços de 200m. * Indica diferença significativa entre 101%, 102,4%, 103,7% e 104,5% da iLan.....	39
<b>Figura 14.</b> Comportamento dos valores médios e erro padrão da DB, $fB$ e IN pela intensidade relativa à iLan para sessões de 60 esforços de 50m. * Indica diferença significativa entre as séries cujas intensidades médias foram 120,4% e 122,3% da iLan em relação as outras séries. ....	42

**Figura 15.** Comportamento dos valores médios e erro padrão da DB,  $f_B$  e IN pela intensidade relativa à iLan para sessões de 30 esforços de 100m. \* Indica diferença significativa em relação a todas as outras intensidades. # Indica diferença significativa entre 106,7%, 109,5% e 114,3% da iLan. ....43

**Figura 16.** Comportamento dos valores médios e erro padrão da DB,  $f_B$  e IN pela intensidade relativa à iLan para sessões de 14 esforços de 200m. \* Indica diferença significativa em relação a todas as outras intensidades. # Indica diferença significativa entre 101%, 102,4%, 103,7% e 104,5% da iLan. ....44

# 1. INTRODUÇÃO

Desde a década de 70, vários estudos vêm utilizando as respostas da concentração de lactato sanguíneo ( $[La^-]$ ) em testes de esforço incremental para a determinação da intensidade de limiar anaeróbio (iLan) como forma de avaliação da capacidade aeróbia em atletas de diversas modalidades (Hamilton *et al.*, 2006; Esfarjani e Laursen, 2007; Driller *et al.*, 2009; Faude *et al.*, 2009; Toubekis *et al.*, 2011; Seiler *et al.*, 2013).

Heck *et al.* (1985), após realizarem estudos com intensidades constantes, sugeriram um valor fixo para a  $[La^-]$  de 4 mM correspondente à iLan, pois demonstraram que baseados neste valor os atletas conseguiam realizar um esforço contínuo de 30 minutos em uma intensidade em que a  $[La^-]$  ficasse em equilíbrio. Contudo, há trabalhos (Nicholson e Sleivert, 2001; Baptista *et al.*, 2005) demonstrando que o uso do limiar fixo de 4 mM superestima a iLan, tornando o treino com objetivo da melhora na capacidade aeróbia menos efetivo gerando poucas alterações positivas (Stegmann e Kindermann, 1982; Yoshida *et al.*, 1987). Ainda, existem relatos (Beneke e Von Duvillard, 1996) que dependendo da modalidade esportiva que está sendo avaliada, há alteração na  $[La^-]$  iLan, quanto maior a quantidade de grupos musculares sendo utilizados, menor a  $[La^-]$ , patinação de velocidade  $\approx$  6mM, ciclismo  $\approx$  5mM, remo e natação  $\approx$  3mM, evidenciando que a intensidade de estabilização lactacidêmica é “modalidade dependente”.

O teste considerado padrão ouro para determinar a iLan é a máxima fase estável de lactato (MFEL) (Beneke, 2003b) caracterizada pela maior intensidade de exercício na qual há estabilização da  $[La^-]$ . A determinação da MFEL requer diversos esforços submáximos com cargas constantes em dias alternados com duração de 30 minutos, para que a maior intensidade na qual a diferença na  $[La^-]$  entre o 30º e o 10º minuto de teste não ultrapasse 1 mM - mostrando a estabilização entre produção e remoção de lactato (Heck *et al.*, 1985; Beneke, 2003a).

Apesar do teste de MFEL ser considerado o “padrão ouro” na avaliação da capacidade aeróbia (Beneke, 2003b), é raramente utilizado na prática por equipes de treinamento devido ao alto custo de análise sanguínea e, principalmente, por exigir diversos esforços de trinta minutos em que apenas um esforço poderia ser realizado por dia (Billat *et al.*, 2003). O teste de MFEL foi inicialmente proposto usando de 5 a 8 esforços independentes para se obter um resultado preciso, o que torna esta avaliação inviável no contexto esportivo atual. Beneke

(2003b), na tentativa de diminuir a duração dos esforços para determinação da MFEL (de trinta para vinte minutos), por meio da alteração do critério aceito para estabilização lactacidêmica, ou seja, diminuindo a diferença da  $[La^-]$  de 1 mM para 0,5mM, constatou diferença significativa na intensidade de MFEL entre os dois protocolos e, com isso, concluiu que o protocolo com duração de trinta minutos deve ser utilizado para se determinar a MFEL. A intensidade de MFEL está relacionada com performance em esportes de endurance (duração de 30 a 60 min), contudo esta relação não é observada com a  $[La^-]$  na MFEL além de possuir variação entre sujeitos de aproximadamente 25% em adultos treinados (Billat, L. V., 1996; Beneke *et al.*, 2000).

A iLan também pode ser determinado por meio de interpretação das respostas lactacidemicas durante um protocolo incremental, que já é amplamente usado por pesquisadores e atletas, profissionais ou recreativos, de diversas modalidades esportivas para correta prescrição de treinamentos predominantemente aeróbios (Maglischo, 2003; Beneke *et al.*, 2011). Comumente o protocolo incremental inicia-se a uma intensidade moderada e após curto espaço de tempo (1 a 3min) há um pequeno aumento na intensidade e este processo se repete até a desistência ou incapacidade do participante continuar o exercício com a intensidade pré-determinada. A partir de uma determinada intensidade há um aumento exponencial da  $[La^-]$  indicando que desta intensidade em diante há uma maior participação do metabolismo anaeróbio para a manutenção e até mesmo incremento de intensidade, este ponto também é conhecido como iLan (Svedahl e Macintosh, 2003). Para a correta determinação deste aumento abrupto da  $[La^-]$ , foram propostos alguns métodos como o método bissegmentado em que a iLan é assumida como a intensidade correspondente a intersecção de duas retas que se destacam dos pontos da relação intensidade versus  $[La^-]$ . Este método requer pelo menos 3 experientes avaliadores para sua determinação, já que o mesmo é feito através de inspeção visual. Para sanar tal problema, foi desenvolvido o método de distância máxima (D-Máx). Neste protocolo, a iLan é assumida como a velocidade correspondente à maior distância entre os ajustes linear e polinomial de segunda ordem de uma relação entre intensidade e  $[La^-]$  (Cheng *et al.*, 1992) (Czuba *et al.*, 2009).

Os métodos de determinação da iLan através de um protocolo incremental é fácil de ser aplicado, prediz desempenho em provas de longa distância (10km até maratona), pode estimar a intensidade de MFEL tanto em ambientes com temperaturas normais (22°C) como em ambientes quentes (40°C) (Monteiro De Barros *et al.*, 2014) e possui sensibilidade ao treinamento onde os pontos obtidos da relação intensidade versus  $[La^-]$  desloca-se para a

direita caso haja melhora na capacidade aeróbia (Sjodin e Jacobs, 1981; Cheng *et al.*, 1992; Nicholson e Sleivert, 2001; Czuba *et al.*, 2009). Este deslocamento deve ser interpretado com cuidado já que o estado nutricional e até mesmo *overtraining* e *overreaching* também podem interferir no resultado gerando um “falso positivo” (Stegmann e Kindermann, 1982; Yoshida *et al.*, 1987; Matos *et al.*, 2011).

Tegtbur *et al.* (1993) popularizaram um interessante método para determinação da iLan para corrida que, posteriormente, foi adaptado para a natação (Ribeiro *et al.*, 2003). Esses autores propuseram a determinação da iLan submetendo os participantes a esforços máximos, cujo o objetivo é aumentar a  $[La^-]$ , oito minutos de intervalo e, na sequência, a realização de um teste progressivo com coletas sanguíneas ao final dos estágios. A resposta típica da lactacidemia nesse protocolo é uma cinética em forma de “U” ou seja, nos estágios iniciais de exercício, pelo fato de as intensidades serem abaixo do limiar anaeróbio, observa-se remoção da lactacidemia enquanto que a elevação lactacidêmica, observada após os estágios de maior intensidade, indica que os esforços foram realizados acima da iLan. Nesse protocolo, a intensidade correspondente ao menor valor lactacidêmico, que teoricamente corresponde à maior intensidade de equilíbrio entre produção e remoção de lactato, ou seja, é a intensidade de MFEL.

O protocolo de lactato mínimo é considerado um método robusto para a determinação da iLan, pois o resultado da avaliação não é influenciado pelo estado nutricional do avaliado (Tegtbur *et al.*, 1993), pode ser usado para avaliar atletas de diferentes níveis de condicionamento físico e maturação (Knoepfli-Lenzin e Boutellier, 2011; Mezzaroba *et al.*, 2014). Outros pesquisadores (Macintosh *et al.*, 2002) descreveram em seus estudos que a intensidade obtida através do teste de lactato mínimo apresentou alta correlação com a MFEL. Este resultado é semelhante com os encontrados por outros pesquisadores (Jones e Doust, 1998), que observaram que a intensidade de lactato mínimo não foi diferente e apresentou fortes correlações com a intensidade de MFEL. Posteriormente, pesquisadores brasileiros (Ribeiro *et al.*, 2003) adaptaram o teste de lactato mínimo para a natação. Esses mesmos autores verificaram que a iLan determinada por meio do teste de lactato mínimo corresponde à MFEL também em meio líquido.

O protocolo de lactato mínimo é uma boa alternativa para determinação da iLan e verificar alterações na capacidade aeróbia durante uma temporada (Campos *et al.*, 2014), contudo este deve ser padronizado para verificar o efeito do treino sobre parâmetros aeróbios

já que o resultado é afetado por esforços prévios (Vicente-Campous *et al.*, 2014), diferentes induções à hiperlactacidemia (Zagatto *et al.*, 2014) e diferentes formas de intervalo antes da fase incremental (Ribeiro *et al.*, 2009).

A iLan é uma variável importante para atletas cuja a especialidade são provas de média a longa distâncias e que, comumente, é desenvolvida através de sessões de treinamentos intervalados que foram popularizados pelo campeão olímpico Emil Zatopek na década de 50 e, desde então, são utilizados por atletas especialistas em longas e médias distâncias (Jokl *et al.*, 1976; Buchheit e Laursen, 2013). As sessões de treinamento intervalado são caracterizadas por estimular o metabolismo aeróbio em esforços repetitivos de curta a longa duração, em intensidades superiores a iLan, separados por intervalos ativos ou passivos (Billat, 2001).

Em uma sessão aguda de treinamento intervalado (15 seg de esforço por 15 seg de intervalo durante 60 minutos) vs. treinamento contínuo ( $iVO_{2máx}$  até a exaustão) resultou em maior intensidade, 112% e 102% do  $VO_{2máx}$  respectivamente, maior conservação dos estoques de glicogênio muscular tanto em fibras do tipo I como do tipo II, menores  $[La^-]$  (2mM vs. 10mM) e maior utilização de lipídios (Essen, 1978). Uma possível explicação para o presente resultado é uma maior disponibilidade de mioglobina devido ao período de repouso e, conseqüentemente, maior produção de energia aeróbia devido à maior produção de ATP por unidade de glicose comparada com a formação de lactato (Christensen *et al.*, 1960).

Em outro estudo realizado com remadores, Gullstrand (1996) encontrou resultados parecidos em que, após uma sessão de treinamento intervalado que consistiu de 15 segundos de intervalo por 15 segundos na velocidade de prova, foram observadas que a frequência cardíaca,  $VO_{2pico}$  e  $[La^-]$  foram 89%, 78% e 32% respectivamente menores do que as encontradas durante uma sessão contínua. Contudo, essas sessões representam uma porcentagem baixa do treinamento total realizado por esse tipo de atleta devido os esforços serem muito curtos, com duração de até 1 minuto (Gullstrand, 1996).

Os primeiros estudos que realizaram sessões de treinamento intervalado, em que cada esforço tivesse duração de no mínimo 2 minutos, verificaram moderada melhora no  $VO_{2máx}$  devido à duração do intervalo ser muito longa e, conseqüentemente, diminuindo o consumo de oxigênio e perdendo a objetividade da sessão, que era de manter o  $VO_{2máx}$  pelo maior tempo possível (Edwards *et al.*, 1973; Fox *et al.*, 1975; Buchheit e Laursen, 2013).

Seiler e colaboradores (Seiler *et al.*, 2013) verificaram que, acumulando um total de 32 minutos (4 esforços de 8 minutos) a 90% da frequência cardíaca máxima geraram melhores adaptações fisiológicas, como  $VO_{2\text{pico}}$  e potência referente a 4 mM de lactato, que 16 minutos (4 esforços de 4 minutos) e 64 minutos (4 esforços de 16 minutos). Contudo, é difícil utilizar esforços intermitentes de longa duração e ao mesmo tempo evitar a fadiga. Com o objetivo de determinar a intensidade teoricamente considerada “ideal”, para o desenvolvimento da capacidade aeróbia e potência aeróbia, técnicos desportivos e pesquisadores vêm utilizando a intensidade de  $VO_{2\text{máx}}$  e a iLan, onde ambos são indicadores de performance para provas de média e longa duração (Sjodin e Jacobs, 1981; Billat, V. L., 1996). Uma possível alternativa apontada por Billat (2001) seria utilizar esforços com duração de até 8 minutos e intervalos em torno de 1 a 2 minutos e, com isso, o atleta permaneceria com o consumo de oxigênio elevado por um período maior que o esforço contínuo.

Em outro estudo recente (De Araujo *et al.*, 2014), os autores também relataram em modelo animal os benefícios do treinamento intervalado comparado com treinamento contínuo, destacando que os autores deste estudo equiparam a carga de trabalho para os dois grupos. O grupo de ratos que treinou de forma intermitente, a 85%, 95% e 105% da iLan, assumida como % do peso corporal, gerou adaptações fisiológicas positivas no aumento de glicogênio muscular e volume de treino após 8 semanas quando comparado com o grupo que treinou de forma contínua a 95% da iLan.

Apesar da lógica do treinamento intermitente ser a realização de um esforço mais intenso a de um esforço contínuo, em natação é prática comum a realização desse tipo de treinamento com o objetivo de desenvolvimento da capacidade aeróbia. A justificativa para tal estratégia de treinamento é o desenvolvimento da capacidade aeróbia das fibras musculares de contração rápida (Maglischo, 2011; 2012b; a).

Apesar de esses protocolos fornecerem resultados precisos quanto às intensidades para avaliação e prescrição do treinamento aeróbio, poucas equipes têm acesso a respostas lactacidêmicas, foram desenvolvidos os protocolos de velocidade crítica (VC) e teste máximo de 30 minutos (T30).

A VC é um protocolo atrativo, principalmente por sua simplicidade, ausência de custo e por não ser um método invasivo (Wakayoshi *et al.*, 1993; Dekerle *et al.*, 2002). A VC é assumida como a inclinação do ajuste linear da relação entre distância e o tempo (Wakayoshi

*et al.*, 1993). O atleta realizando um exercício contínuo nesta intensidade, teoricamente não entraria em exaustão por um longo período, apresentando até mesmo estabilização lactacidêmica. Contudo, mais recentemente, foi observado que a VC não necessariamente corresponde a MFEL (Dekerle, Pelayo, *et al.*, 2005).

O T30 consiste de um único esforço contínuo e máximo com duração de trinta minutos, é um método alternativo para se determinar a capacidade aeróbia de nadadores sem necessidade de análise de sangue, e a iLan é assumida como a velocidade média durante todo o teste (Olbrecht *et al.*, 1985; Deminice *et al.*, 2007). Os benefícios de usar o T30 são os baixos custos e a fácil aplicação, podendo ser realizado em um único dia com toda a equipe. Em contrapartida, o T30 analisa o desempenho dos nadadores e com isso, seu resultado pode ser alterado devido a diversos fatores como nutricionais, ambientais e a honestidade do esforço.

No entanto, os resultados provenientes dos protocolos comumente utilizados na determinação da capacidade aeróbia de modo invasivo (MFEL, testes que utilizam concentrações fixas, teste de lactato mínimo) e não invasivo (T30, velocidade crítica) teoricamente são funcionais para esforços contínuos (Tegtbur *et al.*, 1993; Beneke, 2003b; Ribeiro *et al.*, 2003; Deminice *et al.*, 2007). Desse modo, ajustes são necessários para utilização dos dados provenientes de testes de limiar anaeróbio quando os treinamentos com o objetivo de desenvolver a capacidade aeróbia forem realizados de modo intermitente.

Na década de 80, Madsen & Lohberg (1987) propuseram fatores de correção para sessões de treinamento intermitente que correspondessem a iLan assumida como a velocidade correspondente a de 4mM de lactato (Tabela 1).

**Tabela 1.** Fatores de correção para o ajuste da intensidade correspondente a 4 mM de lactato para o treinamento intermitente em diferentes distâncias das repetições com intervalos de 10s e 30s (Madsen e Lohberg, 1987).

Sexo	Intervalo de Repouso (s)	Distâncias de Esforços			
		400m	200m	100m	50m
Feminino	10	100%	101,5%	103%	110%
	30	100,5%	102,5%	106,5%	114%
Masculino	10	99,5%	101,5%	103%	108%
	30	100,5%	102,5%	108%	115%

Embora os fatores de correção apresentados anteriormente tenham sido amplamente difundidos entre os técnicos de natação por meio de livros textos (Maglischo, 2003) e artigos publicados em revistas técnicas da natação (Madsen e Lohberg, 1987), ainda não foram encontrados estudos que monitoraram as respostas lactacidêmicas de nadadores durante sessões de treinamentos intermitentes com as intensidades de nado ajustadas com a utilização dos fatores de correção. Além da intensidade de nado, o monitoramento dos parâmetros cinemáticos de nado também são variáveis que devem ser considerados na estruturação dos programas de treinamentos.

Durante provas de natação, observa-se uma queda gradual da DB durante provas de 200m a 1500m estilo livre e para tentar manter a velocidade, nadadores aumentam a  $fB$ , diminuindo a eficiência mecânica (Costill *et al.*, 1985; Craig *et al.*, 1985). Quando comparados estes parâmetros em diversas distâncias, de 100m a 1500m, a  $fB$  em provas curtas é alta e diminui a medida que a distância da prova aumenta, o que não acontece com a DB em que há pouca alteração em diferentes distâncias (Craig *et al.*, 1985).

Além da intensidade de nado, intervalo de repouso entre as séries e fatores de correção da  $iLan$ , o monitoramento dos parâmetros cinemáticos de nado [distância por braçada (DB), frequência de braçada ( $fB$ ) e índice de nado (IN)] são de fundamental importância para a avaliação dos nadadores (Dekerle, Nesi, *et al.*, 2005). A velocidade média pode ser calculada pelo produto entre a DB (distância percorrida pelo corpo durante uma

braçada) com a  $f_B$  (número de braçadas realizado a cada segundo) (Hay, 1987). O IN, que pode ser calculado como o produto da DB pela velocidade, fornece um indicativo de qualidade técnica do nadador de acordo com sua velocidade, é importante conhecer este parâmetro, pois é comum encontrar baixa qualidade técnica em altas intensidades (Costill *et al.*, 1985; Alberty *et al.*, 2009).

Deminice e colaboradores (2007) não encontraram diferença significativa na distância por braçada (DB) e frequência de braçada ( $f_B$ ) obtida através do T30 comparando esses mesmos parâmetros referentes a 3,5 mM. Para isso, o T30 necessita de atletas bem motivados e com boa percepção de ritmo para que não cheguem à exaustão antes dos 30 minutos, elevada demanda de tempo tanto dos avaliadores quanto de atletas e um ambiente controlado (Podolin *et al.*, 1991; De Barros *et al.*, 2011). Todas essas variáveis são muito difíceis de serem controladas e reproduzidas em coletas futuras para se observar o efeito do treinamento.

Em esforço contínuo na iLan ou abaixo é possível observar estabilização na DB e  $f_B$  a medida que o exercício se estende (Keskinen e Komi, 1993; Figueiredo *et al.*, 2014), o que não acontece em esforços acima da iLan (Oliveira, M. F. M. *et al.*, 2012), como na intensidade de consumo máximo de oxigênio (Dekerle, Nesi, *et al.*, 2005). Contudo, fadiga periférica pode ocorrer em provas de longa distância alterando os parâmetros mecânicos de nado ao longo da prova (Invernizzi *et al.*, 2014). Já em esforços intermitentes com razão esforço/pausa de 5:1, na qual se observa manutenção na  $[La^-]$ , não é encontrada estabilização da DB,  $f_B$  e IN o que sugere que em esforços intermitentes não há associação em parâmetros mecânicos de nado e  $[La^-]$  (Oliveira, M. F. M. *et al.*, 2012).

Dekerle e colaboradores (2005) demonstraram que durante um esforço progressivo, a DB aumenta até a iLan e em seguida diminuiria gradativamente, no mesmo instante em que a  $f_B$  ganharia mais evidência, reduzindo assim a qualidade da mecânica durante o esforço. Em estudo recente (Figueiredo *et al.*, 2013), foram observados resultados parecidos, em que a DB,  $f_B$  e o índice de coordenação apresentaram inflexão ou deflexão no mesmo momento em que houve um aumento exponencial na relação intensidade de nado com  $[La^-]$  durante um protocolo incremental, apresentando possíveis associações entre parâmetros mecânicos e fisiológicos. O IN também apresenta um ponto de deflexão muito próximo a iLan obtida através do método D-máx e não foram observadas diferenças significativas entre as intensidades obtidas (Czuba *et al.*, 2009; Oliveira, M. F. *et al.*, 2012). As modificações nos parâmetros mecânicos de nado também foram apresentadas em diversos estudos (Barbosa *et*

*al.*, 2008; Psycharakis *et al.*, 2008; Komar *et al.*, 2012), porém todos foram observados em apenas uma sessão de treino progressivo. No entanto, ainda não foram encontrados estudos que investigaram os efeitos dos fatores de correção para o treinamento intermitente em diferentes tipos de série na intensidade de MFEL sobre os parâmetros mecânicos de nado.

## **2. OBJETIVO**

O objetivo do presente estudo é estabelecer fatores de correção para que as intensidades utilizadas em treinamentos intermitentes nas distâncias de 50, 100 e 200 m com intervalo padronizado de 30s aproximem-se da MFEL. Adicionalmente, são investigadas as respostas dos parâmetros mecânicos de nado (DB,  $f_B$  e IN) durante os treinamentos intermitentes realizados com intensidades ajustadas.

## **3. JUSTIFICATIVA**

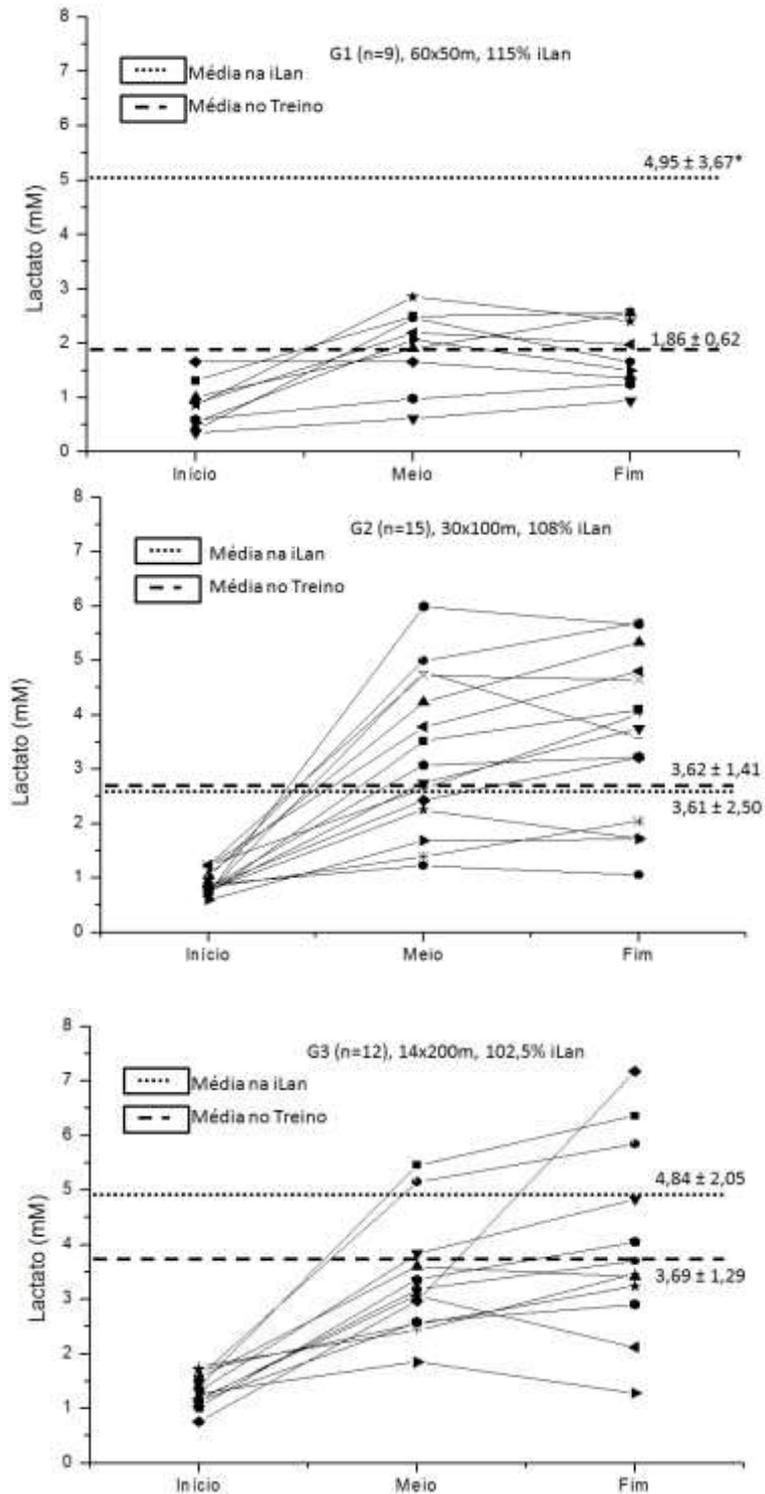
A presente dissertação justifica-se pelo fato de que as tabelas utilizadas para correção das intensidades proposta por Madsen & Lohberg (1987) para realização de esforços intermitentes, quando o objetivo do estímulo é o desenvolvimento da capacidade aeróbia, não necessariamente correspondem a MFEL. Portanto, os parâmetros apresentados nas tabelas podem não fornecer um estímulo adequado aos nadadores quando o objetivo do treinamento for o desenvolvimento da capacidade aeróbia.

Além das informações citadas anteriormente, a motivação para a realização do presente projeto de pesquisa deve-se aos resultados recentes obtidos por nosso grupo de pesquisa em uma clínica de natação realizada na cidade de Presidente Prudente - SP. Na ocasião, 36 nadadores de nível estadual e nacional, pertencentes a duas equipes filiadas à Federação Aquática Paulista, foram submetidos a um teste de lactato mínimo (composto por um esforço máximo de 200m, oito minutos de intervalo passivo seguido de cinco esforços progressivos de 200m) e divididos em três grupos de acordo com sua especialidade: 60 esforços de 50 metros a 115% da  $iLan$  para os velocistas, 30 esforços de 100 metros a 108% da  $iLan$  para os nadadores meio fundistas e 14 esforços de 200 metros a 102,5% da  $iLan$  para os fundistas, com intervalo padronizado de 30 segundos entre cada esforço para todos os grupos conforme proposto por Madsen & Lohberg (1987).

Foram coletadas amostras sanguíneas no início, meio e ao final de cada série para verificar a  $[La^-]$  e, conseqüentemente, verificar se houve estabilização das  $[La^-]$  entre o meio

e o final da série. O critério de estabilização lactacidêmica foi a variação menor ou igual a 1 mM das amostras sanguíneas obtidas no meio e ao final de cada série (Beneke, 2003b).

Em todos os grupos, a diferença nas  $[La^-]$  entre o meio e o final da série não foi superior a 1 mM. Nos grupos que realizaram as séries 30 esforços de 100 metros e 14 esforços de 200 metros, não foi observada diferença significativa entre a  $[La^-]$  após a respectiva série com a  $[La^-]$  referente à iLan obtida no teste de lactato mínimo. Já no grupo que realizou 60 esforços de 50 metros, foi verificada diferença significativa, onde a  $[La^-]$  no final da série foi menor que a  $[La^-]$  referente à iLan no teste de lactato mínimo (Figura 1).



**Figura 1.** Comportamento individual das concentrações lactacidêmicas obtidas no repouso (pós-aquecimento), no meio e ao final de quatro sessões de treinamento com intensidades corrigidas utilizando os fatores de correção propostos por Madsen & Lohberg (1987).

Na média, em todos os grupos, a diferença das  $[La^-]$  entre o final e o meio da série foi inferior ou igual a 1 mM, caracterizando que essas séries representam fases estáveis de

lactato. Não é possível afirmar que estas são sessões consideradas “ideais” para treinamento de limiar anaeróbio, pois não foram monitoradas séries com fatores de correção maiores em que a diferença na  $[La^-]$  entre o meio e o final ultrapassasse 1 mM para considerar que, definitivamente, os fatores de correção propostos por Madsen e Lohberg (1987) são “ideais”.

Nas séries com 30 esforços de 100 metros e 14 esforços de 200 metros não foram observadas diferenças significativas entre as  $[La^-]$  em comparação às  $[La^-]$  correspondentes à  $iLan$ . Na série com 60 esforços de 50 metros, as  $[La^-]$  foram significativamente inferiores às obtidas no teste de lactato mínimo. Desse modo, apesar da necessidade de um maior rigor científico, os resultados dessas observações evidenciaram a necessidade de estudos empenhados em investigar a validade dos fatores de correção, frequentemente utilizados por técnicos de natação na predição da MFEL para esforços intermitentes.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1. Participantes.**

Participaram do presente estudo 14 nadadores de ambos os sexos de nível nacional e estadual, com melhor desempenho a  $78,4 \pm 9,8\%$  do recorde mundial em relação , que participam com frequência em eventos competitivos há no mínimo três anos, filiados à Federação Aquática Paulista (FAP) e pertencentes a uma equipe de natação de uma cidade no interior do estado de São Paulo. Todos os atletas foram informados sobre os riscos e benefícios do presente estudo e somente foram incluídos nas análises aqueles que concordaram, por escrito, com o termo de consentimento livre e esclarecido. Caso o sujeito fosse menor de dezoito anos, o termo deveria ser assinado pelo responsável legal. Todos os procedimentos foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista – Campus de Rio Claro (2814/2013).

### **4.2. Delineamento Experimental.**

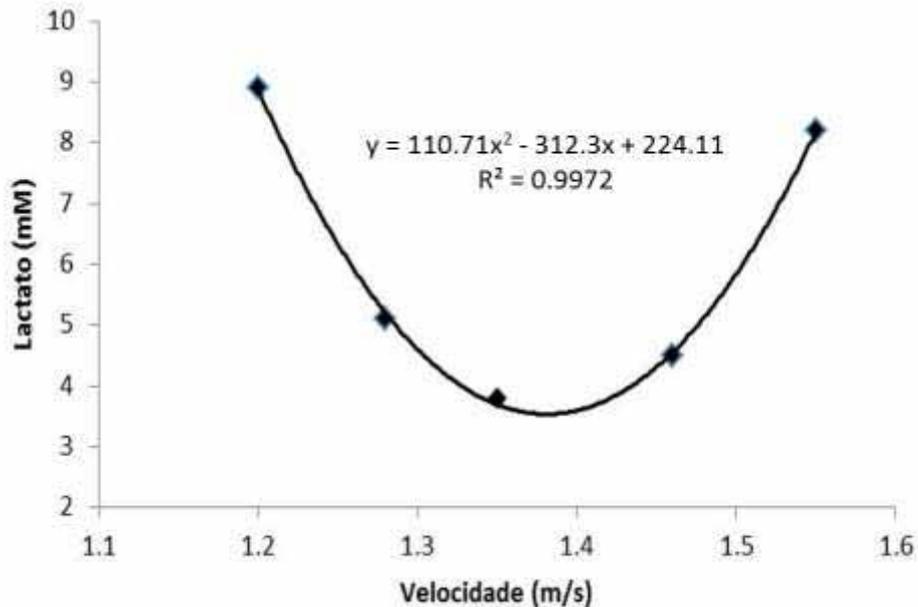
Foram realizadas uma avaliação inicial e a cada 4 semanas para a determinação da iLan em nado livre de cada atleta pelo método de lactato mínimo, sempre nas mesmas condições como horário, temperatura dentro e fora d'água e tamanho da piscina.

Durante três meses foram realizadas 16 sessões de treino com distâncias aproximadas de 3000 metros divididas em sessões de 50, 100 ou 200 metros por esforço em diferentes intensidades, quando foram coletadas amostras sanguíneas no início, meio e ao final da série. As sessões de treino tiveram intervalo entre 24 a 72 horas e foram intercaladas com a periodização elaborada pelo técnico responsável da equipe no início da temporada.

### 4.3. Determinação da iLan.

Para determinação da iLan utilizou-se o protocolo de lactato mínimo (Tegtbur *et al.*, 1993) adaptado para a natação (Ribeiro *et al.*, 2003). Esse teste é composto por uma fase de indução à hiperlactacidemia, oito minutos de intervalo passivo e outra fase de um protocolo incremental. Na fase de indução à hiperlactacidemia, os nadadores realizaram um esforço máximo de 200m estilo crawl. No terceiro, quinto e sétimo minuto após o esforço máximo, amostras sanguíneas (25 $\mu$ L) foram coletadas do lóbulo da orelha para determinação da concentração pico de lactato em lactímetro eletroquímico (Yellow Springs Instruments modelo 1500 Sport, Ohio, USA). Após oito minutos de intervalo passivo, os nadadores foram submetidos a um teste incremental, que consistiu na realização de cinco esforços progressivos de 200m, onde a progressão foi feita de forma subjetiva pelos atletas (Campos *et al.*, 2014) com intervalos somente para coleta de amostras sanguíneas e determinação da [La<sup>-</sup>].

Os pontos obtidos da relação entre [La<sup>-</sup>] versus velocidade de nado (m.s<sup>-1</sup>) foram ajustados (ajustes polinomial de 2<sup>a</sup> ordem) de modo que a derivada zero desse ajuste correspondeu a iLan, como mostra na Figura 2.



**Figura 2.** Representação da concentração de lactato sanguíneo nos cinco esforços progressivos do teste de lactato mínimo.

#### 4.4. Monitoramento das Intensidades de Treino

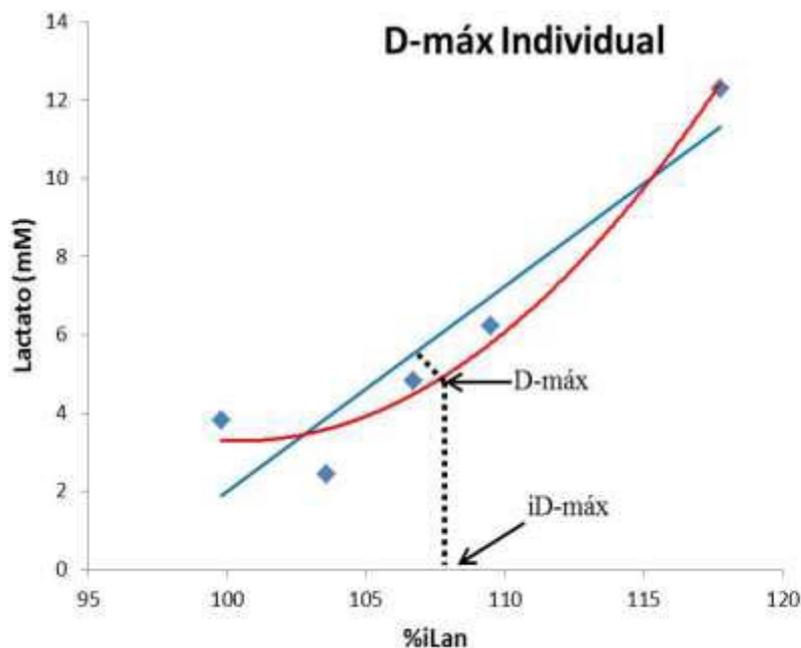
Cada sessão de treino teve início após a realização de um aquecimento típico de natação elaborado pelo técnico responsável pela equipe. Foram monitorados três séries de treinamento intermitente em natação. Todos os esforços tiveram intervalo padronizado de 30 segundos e volume total de aproximadamente 3.000 metros por sessão. Foram realizadas séries de 14 x 200m, 30 x 100m e 60 x 50m, utilizando somente o nado crawl. Amostras sanguíneas foram coletadas após o aquecimento, no meio e ao final de cada série e analisadas em lactímetro eletroquímico (Yellow Springs Instruments modelo 1500 Sport, Ohio, USA).

Foi assumida como a MFEL para esforços intermitentes, a maior intensidade de exercício em que a variação das  $[La^-]$  apresentou variação  $\leq$  a 1 mM.

As sessões de treinamento também foram monitoradas pela percepção subjetiva de esforço, em que no meio e ao final de cada série os atletas relatavam o esforço que eles estavam sentindo por meio da utilização da escala de Borg de variação de 6 a 20 u.a.

#### 4.5. Determinação de Fatores de Correção para o Treinamento Intermitente.

Após as coletas, as intensidades de cada sessão de treino foram ajustadas de acordo com a avaliação da iLan mais próxima. Como não foi possível observar a MFEL em nenhuma das séries monitoradas, 60 esforços de 50m, 30 esforços de 100m e 14 esforços de 200m devido a nenhuma intensidade apresentou diferença na  $[La^-]$  superior a 1 mM, foi utilizado o protocolo de D-Máx (Cheng *et al.*, 1992), em que neste caso, os pontos obtidos da relação porcentagem da iLan com a  $[La^-]$  foram ajustados de forma polinomial e linear e a intensidade correspondente a maior distância entre estes dois ajustes foi assumida como iD-Máx. O FC foi assumido como a diferença percentual entre a iLan e a iD-Máx (Figura 3). Todos os procedimentos foram realizados de forma individual e a média dos FC individuais foi assumida como o FC da série.



**Figura 3.** Representação dos valores das concentrações de lactato sanguíneo nas respectivas intensidades em relação à intensidade de limiar anaeróbico (iLan) com os ajustes linear e polinomial juntamente com a determinação do D-máx e da intensidade de D-máx.

#### 4.6. Análises Sanguíneas.

Para as análises sanguíneas, foram coletados 25 $\mu$ l de sangue do lóbulo da orelha, para a determinação das  $[La^-]$ . As amostras foram imediatamente depositadas em tubos de

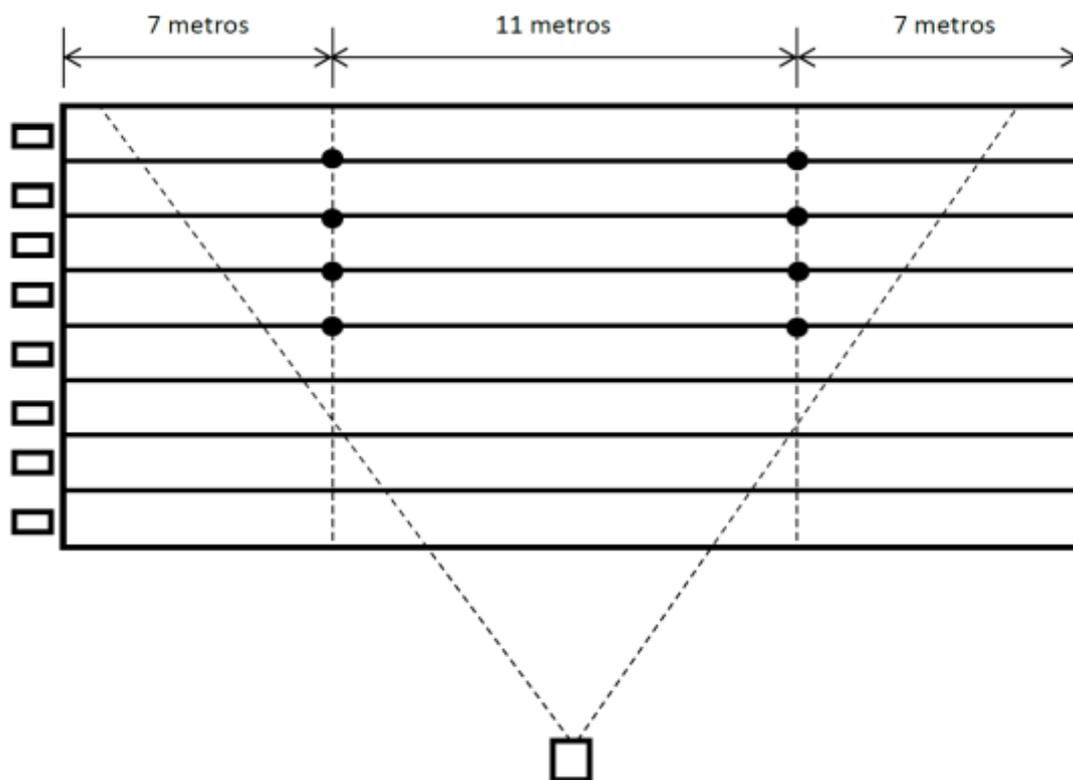
poliuretano com capacidade máxima de 1,5mL (Eppendorf) contendo 50 µl de Fluoreto de Sódio (NaF-1%), para posterior análise.

As amostras de sangue foram conservadas em uma caixa térmica com gelo para transporte do local da coleta até o laboratório e, em seguida, foram colocadas em freezer com temperatura aproximada de -20°C. Após, as amostras foram analisadas em lactímetro eletroquímico (Yellow Springs Instruments modelo 1500 Sport, Ohio, USA) e o valor foi corrigido por conta do NaF-1%.

#### 4.7. Parâmetros Cinemáticos de Nado

Para a determinação dos parâmetros cinemáticos de braçada, foram colocadas marcações a 7 metros de cada margem da piscina, onde apenas foram analisados os 11 metros centrais para que a virada e o nado submerso não influenciassem os resultados. Todas as sessões de treino foram gravadas através de uma filmadora (Samsung) com frequência de 30 Hz. Posteriormente as imagens foram e posteriormente analisadas de modo que os parâmetros cinemáticos foram determinados utilizando somente o nado limpo (Figura 4).

Foram determinados a  $fB$  (a razão do número de braçada pelo tempo), a  $DB$  (a razão do número de braçada pela distância percorrida) e o  $IN$  (produto da velocidade pelo comprimento de braçada) de cada sessão de treino.



**Figura 4.** Modelo que representa a disposição da câmera com as marcações na piscina para determinar os parâmetros cinemáticos de nado.

#### **4.8. Tratamento Estatístico**

Os dados são apresentados em médias  $\pm$  erro padrão. A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk e foi utilizado o teste variância ANOVA *one-way* para medidas repetidas e, quando necessário teste de *post-hoc* de Tukey para verificar a diferença entre os modelos de treino na natação. Em todos os casos, o nível de significância foi pré-fixado em  $p < 0,05$ .

## 5. RESULTADOS

As Tabelas 2, 3 e 4 apresentam os valores médios e erros padrão da velocidade, porcentagem da velocidade máxima e  $[La^-]$  na indução à hiperlactacidemia e nos cinco esforços progressivos dos três testes de lactato mínimo. Pode-se observar em todas as tabelas que a média das velocidades e das  $[La^-]$  tiveram o comportamento típico do protocolo em questão.

**Tabela 2.** Valores médios e erro padrão da velocidade (Vel), porcentagem da velocidade máxima obtida no teste de lactato mínimo (%Vel Máx) e concentração de lactato sanguíneo ( $[La^-]$ ) na indução à hiperlactacidemia e nos cinco esforços progressivos do primeiro teste de lactato mínimo.

	Vel (m/s)	%Vel Máx	$[La^-]$ (mM)
<b>Indução</b>	1,42 ± 0,03	99,41 ± 0,29	10,83 ± 1,09
<b>E 1</b>	1,11 ± 0,02	77,98 ± 0,89	7,38 ± 1,17
<b>E 2</b>	1,18 ± 0,03	82,96 ± 0,80	4,59 ± 0,99
<b>E 3</b>	1,27 ± 0,03	89,25 ± 0,82	4,87 ± 0,86
<b>E 4</b>	1,33 ± 0,03	93,46 ± 0,80	5,63 ± 0,80
<b>E 5</b>	1,41 ± 0,03	90,59 ± 0,75	9,66 ± 0,95

**Tabela 3.** Valores médios e erro padrão da velocidade (Vel), porcentagem da velocidade máxima obtida no teste de lactato mínimo (%Vel Máx) e concentração de lactato sanguíneo ([La<sup>-</sup>]) na indução à hiperlactacidemia e nos cinco esforços progressivos do segundo teste de lactato mínimo.

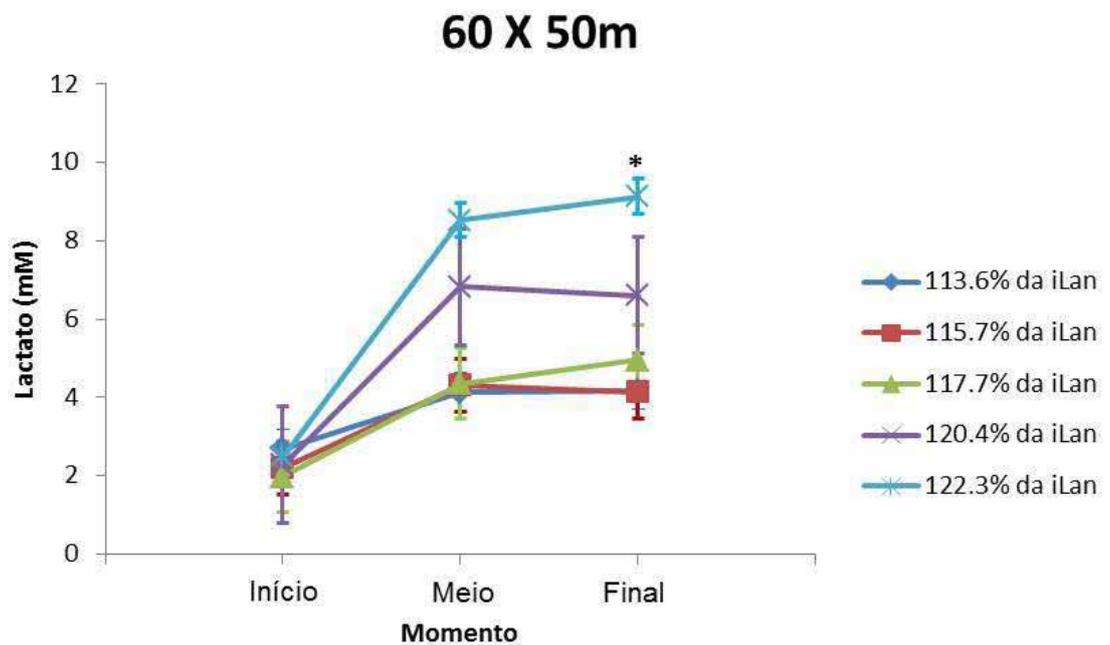
	Vel (m/s)	%Vel Máx	[La <sup>-</sup> ] (mM)
<b>Indução</b>	1,44 ± 0,06	98,23 ± 0,35	11,42 ± 0,81
<b>E 1</b>	1,08 ± 0,01	75,38 ± 0,64	7,18 ± 1,15
<b>E 2</b>	1,15 ± 0,05	84,11 ± 0,71	5,41 ± 1,08
<b>E 3</b>	1,28 ± 0,03	90,43 ± 0,67	4,93 ± 0,54
<b>E 4</b>	1,36 ± 0,04	93,22 ± 0,91	5,21 ± 0,29
<b>E 5</b>	1,43 ± 0,05	95,29 ± 0,76	8,91 ± 1,22

**Tabela 4.** Valores médios e erro padrão da velocidade (Vel), porcentagem da velocidade máxima obtida no teste de lactato mínimo (%Vel Máx) e concentração de lactato sanguíneo ([La<sup>-</sup>]) na indução à hiperlactacidemia e nos cinco esforços progressivos do terceiro teste de lactato mínimo.

	Vel (m/s)	%Vel Máx	[La <sup>-</sup> ] (mM)
<b>Indução</b>	1,39 ± 0,05	99,68 ± 0,34	9,83 ± 1,11
<b>E 1</b>	1,10 ± 0,04	73,21 ± 0,73	6,34 ± 0,99
<b>E 2</b>	1,19 ± 0,03	84,96 ± 0,86	4,61 ± 0,54
<b>E 3</b>	1,28 ± 0,02	87,54 ± 0,71	4,22 ± 0,93
<b>E 4</b>	1,34 ± 0,03	91,29 ± 0,95	5,11 ± 0,86
<b>E 5</b>	1,36 ± 0,04	92,31 ± 0,72	8,96 ± 0,91

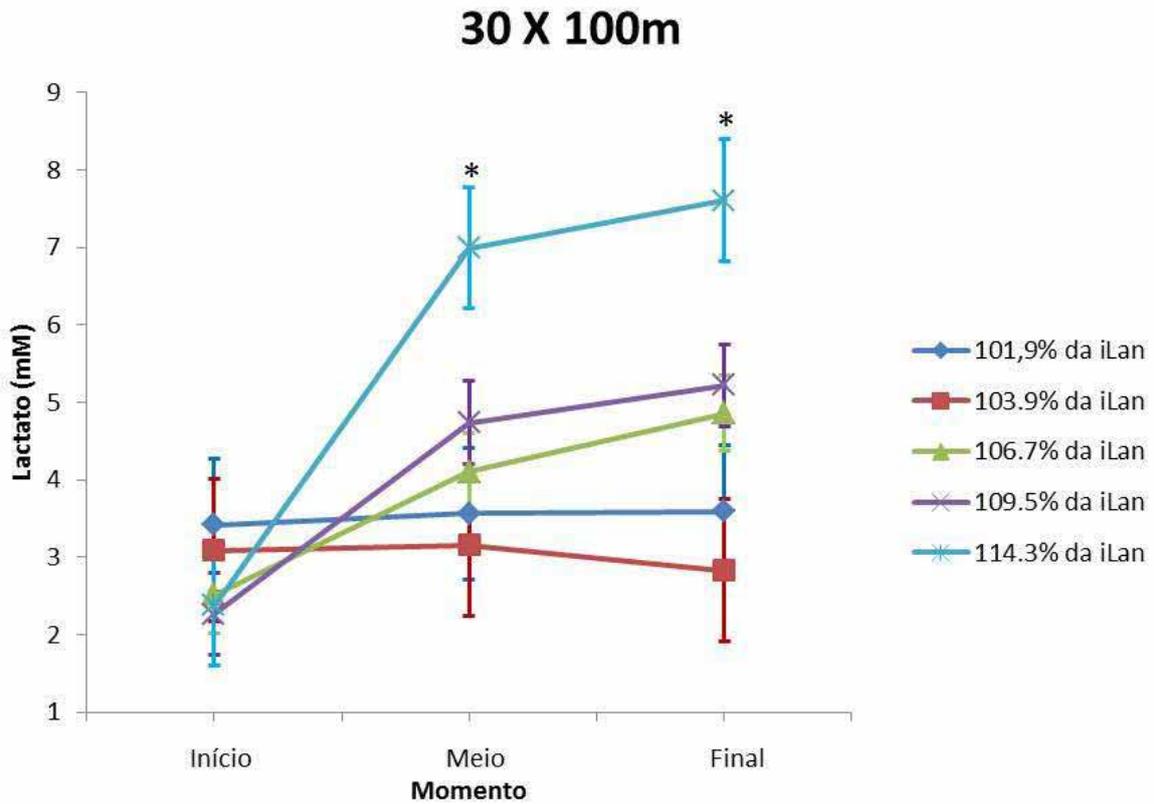
A Figura 5 mostra o comportamento das [La<sup>-</sup>] nos momentos início, meio e final de cada sessão de treino no formato de 60 esforços de 50m com intensidade relativa à velocidade de lactato mínimo. Foi observada diferença significativa entre a [La<sup>-</sup>] no final da

série cuja intensidade média de 122,3% da iLan em relação a todas as outras séries. Não houve diferença significativa entre a  $[La^-]$  no meio e início da série.



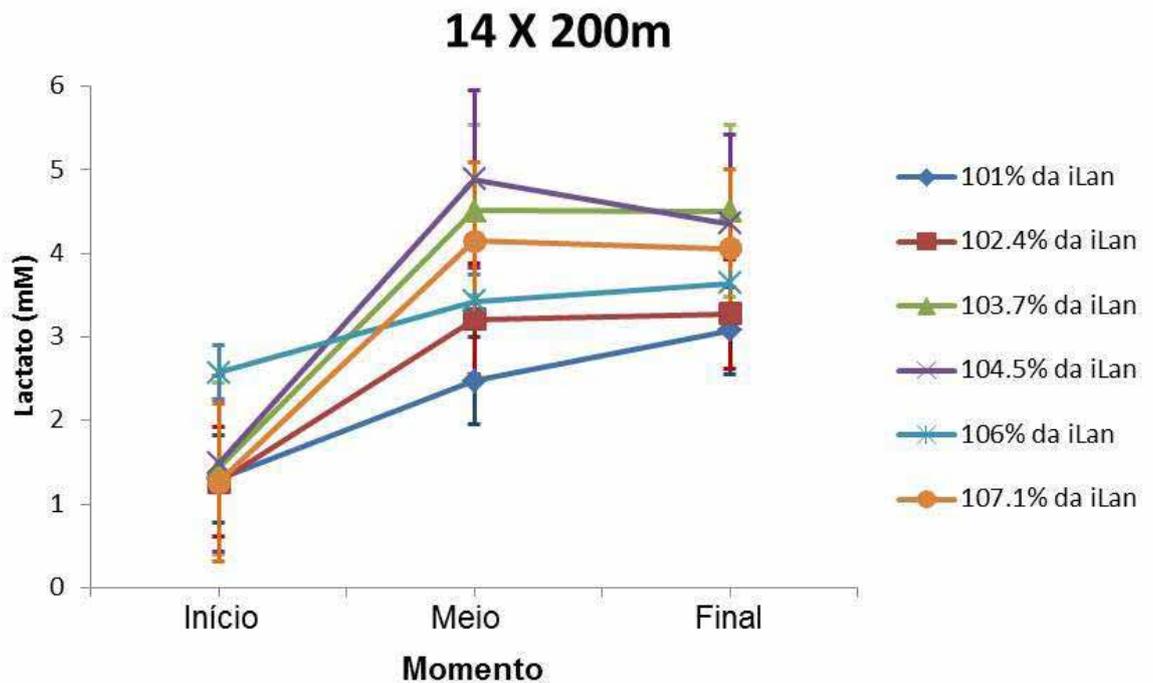
**Figura 5.** Médias e erros padrão das concentrações de lactato sanguíneo ( $[La^-]$ ) nos momentos início, meio e final de cada série na intensidade relativa a iLan. \* Indica diferença significativa da  $[La^-]$  em relação as outras séries.

A Figura 6 mostra o comportamento das  $[La^-]$  nos momentos início, meio e final de cada sessão de treino no formato de 30 esforços de 100m com intensidade relativa à velocidade de lactato mínimo. Foi observada diferença significativa entre a  $[La^-]$  no meio da série na intensidade média de 114,3% da iLan em relação a todas as outras séries e a  $[La^-]$  no final da série na intensidade média de 114,3% da iLan em relação às séries com intensidade média de 101,9% e 103,9% da iLan.



**Figura 6.** Médias e erros padrão das concentrações de lactato sanguíneo ( $[La^-]$ ) nos momentos início, meio e final de cada série na intensidade relativa à iLan. \* Indica diferença significativa da  $[La^-]$  em comparação com 109,5%, 106,7%, 103,9% e 101,9% da iLan.

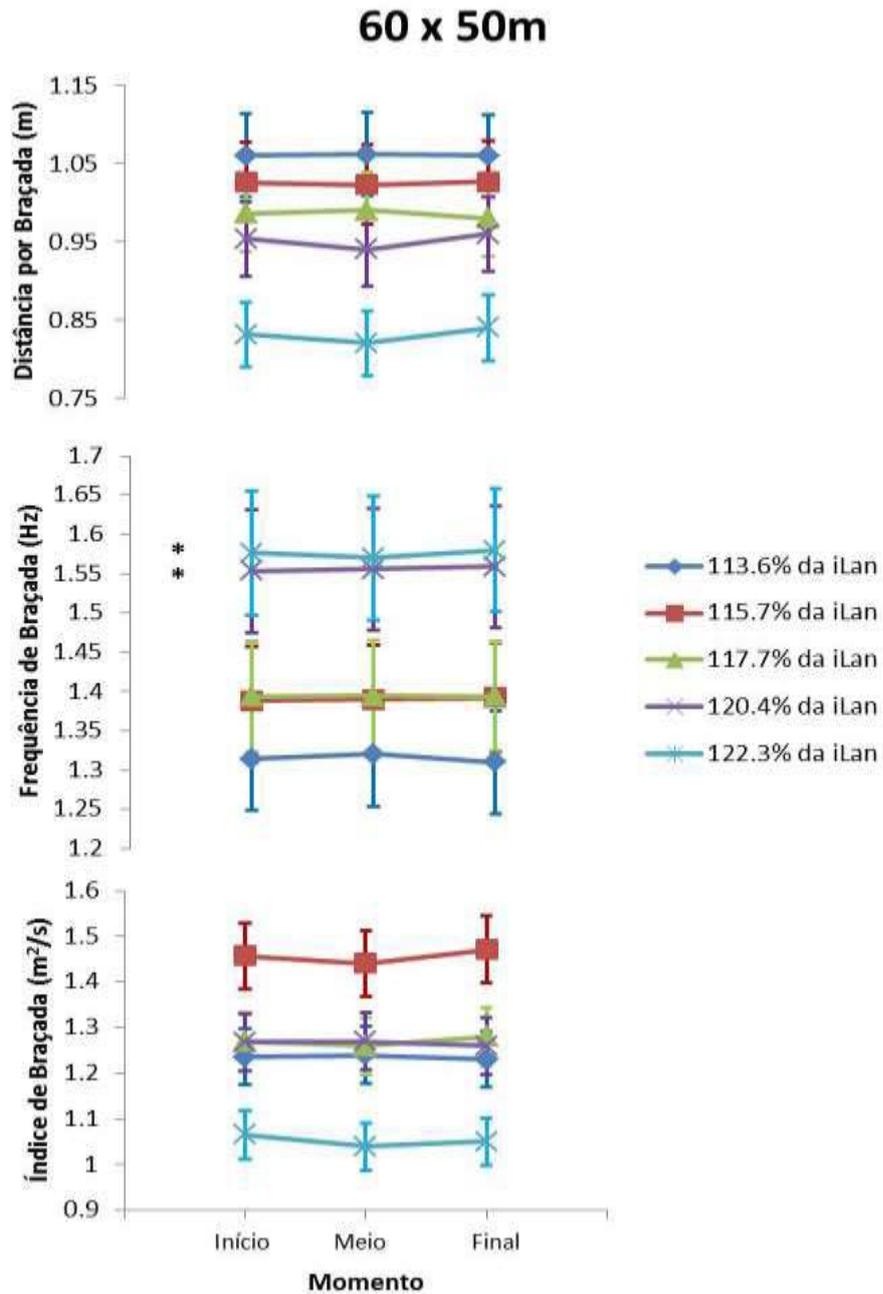
A Figura 7 mostra o comportamento das  $[La^-]$  nos momentos início, meio e final de cada sessão de treino no formato de 14 esforços de 200m com intensidade relativa à velocidade de lactato mínimo. Não foi observada diferença significativa entre as  $[La^-]$  durante o início, meio e o final de cada intensidade.



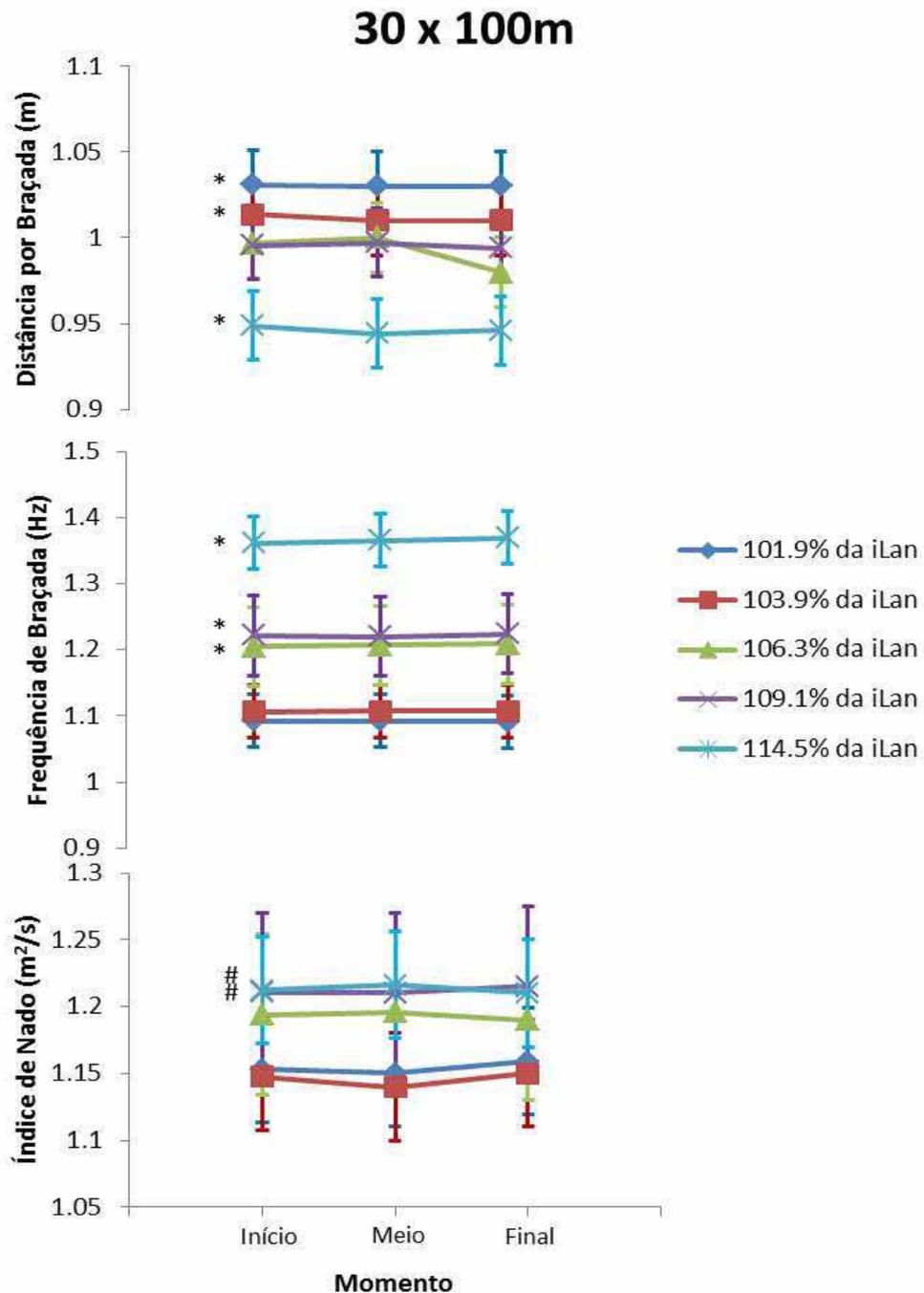
**Figura 7.** Médias e erros padrão das concentrações de lactato sanguíneo ( $[La^-]$ ) nos momentos início, meio e final de cada série na intensidade relativa à iLan.

Os esforços durante as sessões dos treinamentos intermitentes com diferentes intensidades foram interrompidos quando os nadadores não eram capazes de suportar a intensidade pré-determinada. Nenhum nadador conseguiu completar todos os esforços na maior intensidade de cada tipo de série, 60 esforços de 50m a 122,3% da iLan, 30 esforços de 100m a 114,3% da iLan e 14 esforços de 200m a 107,1% da iLan.

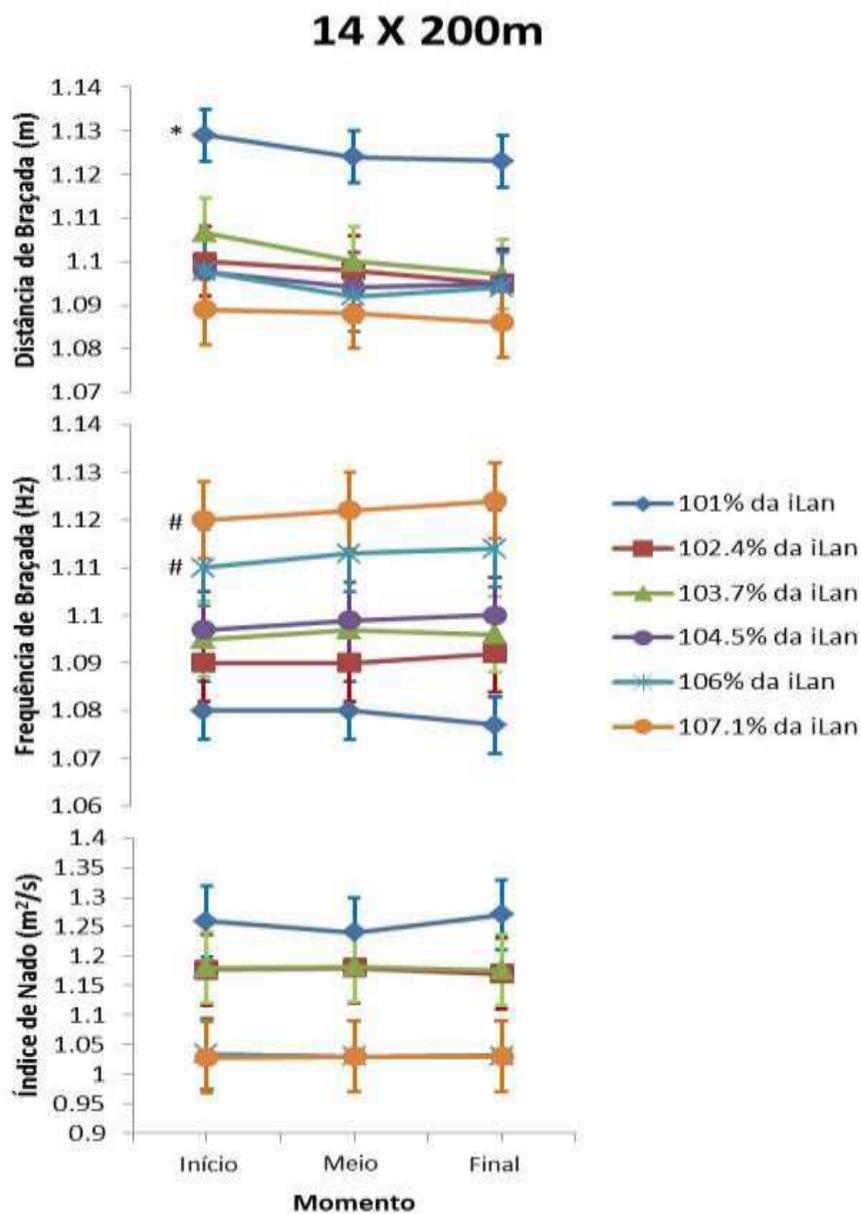
Nos parâmetros mecânicos de nado, não foi observada diferença significativa na DB,  $f_B$  e IN durante todas as séries, em todas as sessões de treino (Figuras 8, 9 e 10).



**Figura 8.** Valores médios e erro padrão da DB,  $f_B$  e IN nos momentos início, meio e final das sessões de treino compostas de 60 esforços de 50m. \* Indica diferença significativa entre 117,7%, 120,4%, e 122,3% da iLan.

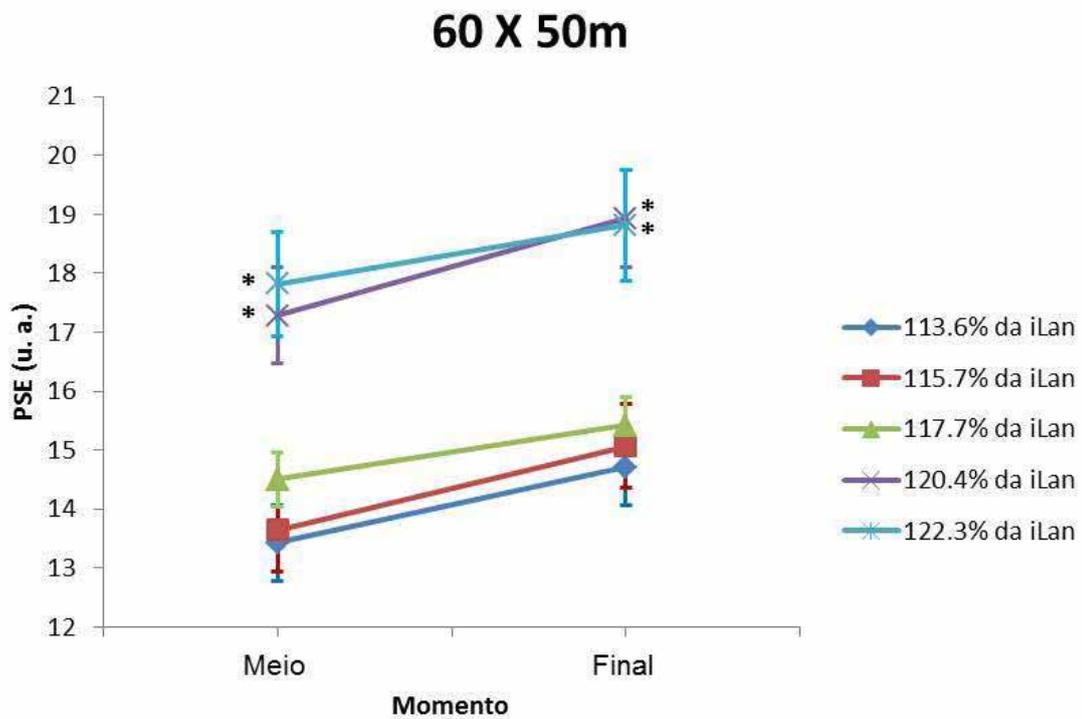


**Figura 9.** Valores médios e erro padrão da DB,  $f_B$  e IN nos momentos início, meio e final das sessões de treino compostas de 30 esforços de 100m. \* Indica diferença significativa em relação a todas as outras intensidades. # Indica diferença significativa entre 106,3%, 109,1%, e 114,5% da iLan.

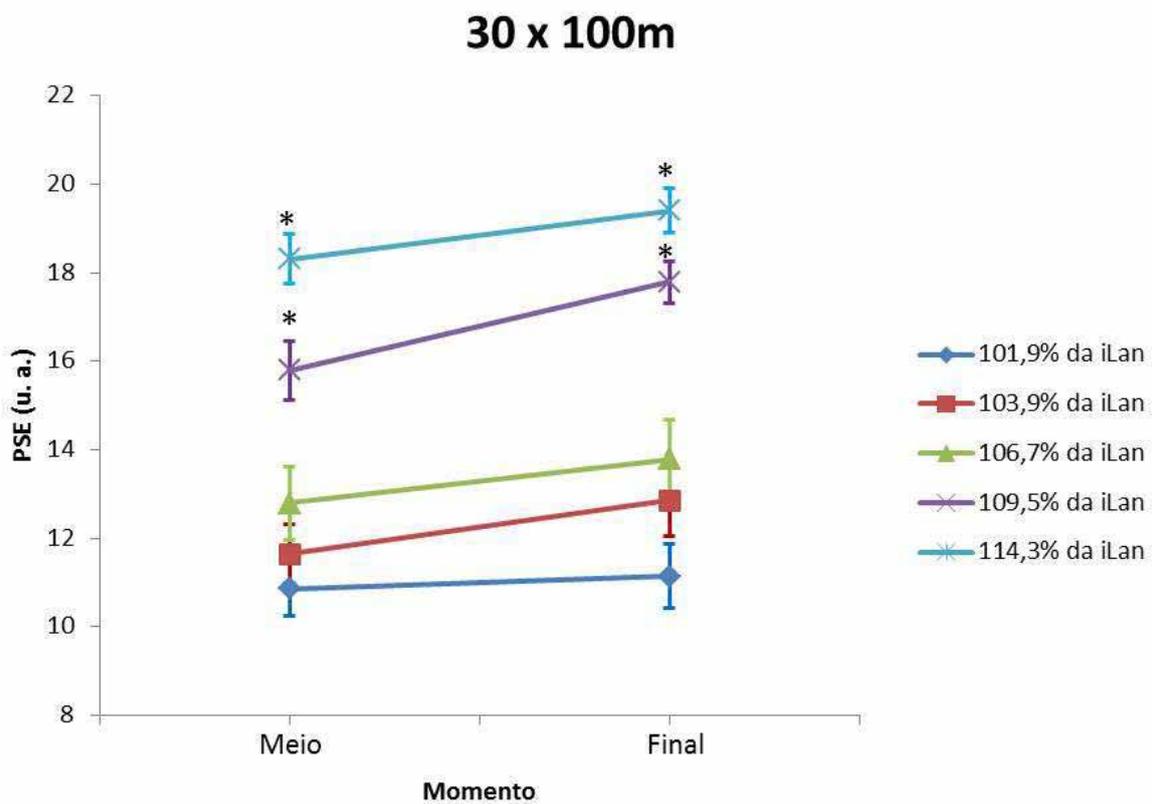


**Figura 10.** Valores médios e erro padrão da DB,  $f_B$  e IN nos momentos início, meio e final das sessões de treino compostas de 14 esforços de 200m. \* Indica diferença significativa em relação a todas as outras intensidades. # Indica diferença significativa entre 101%, 102,4%, 103,7% e 104,5% da iLan.

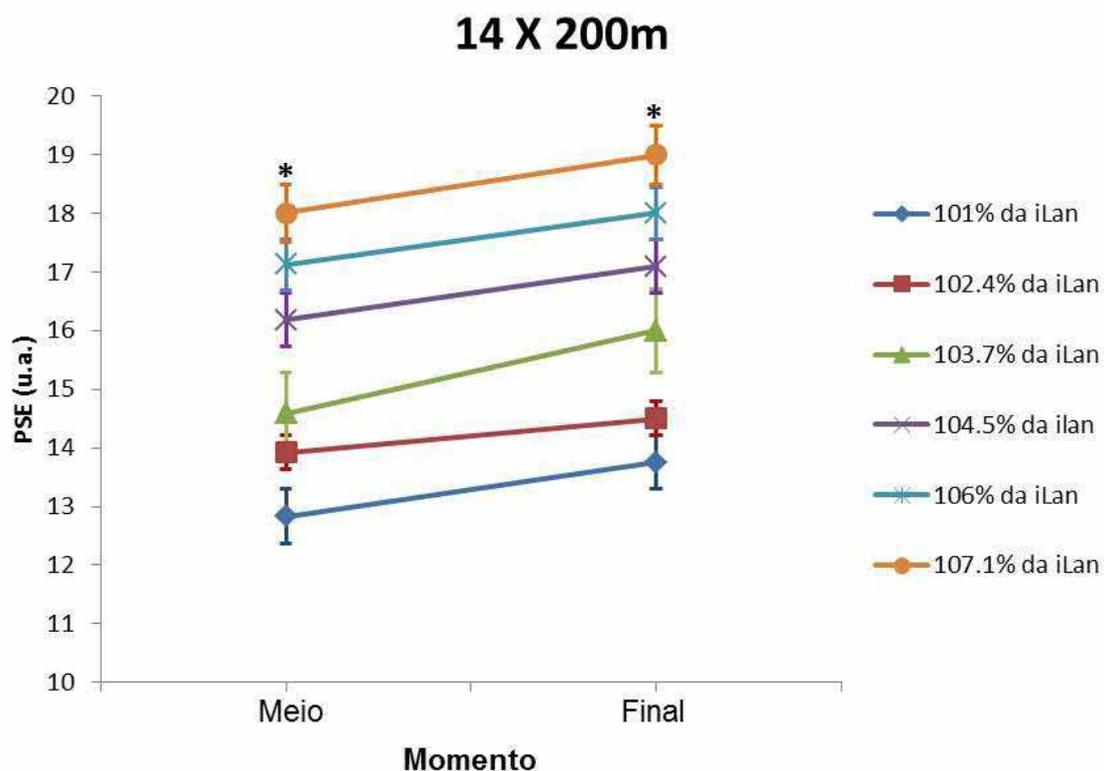
A variação da PSE aumentou com o incremento de intensidade, com diferenças significativas (Figuras 11, 12 e 13).



**Figura 11.** Valores médios  $\pm$  erros padrão da percepção subjetiva de esforço (PSE) no meio e final da sessão de treino compostas por 60 esforços de 50m. \* Indica diferença significativa entre 113,6%, 115,7% e 117,7 % da iLan



**Figura 12.** Valores médios  $\pm$  erros padrão da percepção subjetiva de esforço (PSE) no meio e final da sessão de treino compostas por 30 esforços de 100m. \* Indica diferença significativa entre 101,9%, 103,9% e 106,7% da iLan.



**Figura 13.** Valores médios  $\pm$  erros padrão da percepção subjetiva de esforço (PSE) no meio e final da sessão de treino compostas por 14 esforços de 200m. \* Indica diferença significativa entre 101%, 102,4%, 103,7% e 104,5% da iLan

Conforme observado nas Figuras 5, 6 e 7, o comportamento das  $[La^-]$  não possibilitou a utilização da variação  $\leq 1\text{mM}$  como critério de estabilização lactacidêmica, conforme proposto por Beneke (2003b), pois a variação das  $[La^-]$  não aumentou com o aumento da intensidade das séries. No entanto, os valores absolutos das  $[La^-]$  aumentaram de modo concomitante aos aumentos das intensidades dos treinamentos. Optou-se então por determinar os fatores de correção por meio da utilização do método de D-máx. Conforme relatado anteriormente, os pontos obtidos da relação entre a porcentagem da intensidade de lactato mínimo e as respectivas  $[La^-]$  foram submetidos aos ajustes, linear e polinomial de segunda ordem, de modo que a intensidade de nado (%iLan) correspondente à maior distância entre os dois ajustes foi assumido como fator de correção para o treinamento (Figura 3). Foi observada diferença significativa entre a iLan obtida através do teste de lactato mínimo e a iD-máx para todas as séries, porém não houve diferença significativa entre a  $[La^-]$  no limiar anaeróbio com a  $[La^-]$  observada no D-máx para todas as séries, 60 esforços de 50m, 30 esforços de 100m e 14 esforços de 200m (Tabela 5).

**Tabela 5.** Valores médios e erros padrão da intensidade de limiar anaeróbio (iLan), intensidade obtida pelo método D-máx (iD-máx), fator de correção para nados intermitentes (FC), concentração de lactato sanguíneo no limiar anaeróbio ( $[La^-]_{Lan}$ ) e concentração de lactato sanguíneo observada no D-máx ( $[La^-]_{D-máx}$ ) para as sessões 60 esforços de 50m, 30 esforços de 100m e 14 esforços de 200m.

Sessão	iLan (m/s)	iD-máx (m/s)	FC (%iLan)	$[La^-]_{Lan}$	$[La^-]_{D-máx}$
60 x 50m	1,25 ± 0,02	1,48 ± 0,03*	118,11 ± 0,49	5,05 ± 0,27	4,49 ± 0,36
30 x 100m	1,23 ± 0,02	1,33 ± 0,02*	105,75 ± 0,57	4,89 ± 0,35	4,01 ± 0,37
14 x 200m	1,25 ± 0,03	1,30 ± 0,03*	104,27 ± 0,62	4,25 ± 0,39	3,32 ± 0,53

\*p < 0.05

Os valores médios do fator de correção e razão esforço/pausa para as séries 60 esforços de 50m, 30 esforços de 100m e 14 esforços de 200m estão apresentados na Tabela 6.

Pode-se observar na Tabela 6, valores médios e erro padrão do FC para esforços intermitentes e a razão esforço/pausa para as séries de treino compostas por 60 esforços de 50m, 30 esforços de 100m e 14 esforços de 200m, além da porcentagem relativa ao esforço máximo de 200m realizado durante o protocolo de lactato mínimo.

Na Tabela 7, pode-se verificar valores médios dos parâmetros mecânicos de nado, DB,  $f_B$  e IN na iLan e no FC para todas as séries. Em todos os parâmetros mecânicos de nado, foi verificada diferença significativa entre a iLan e o FC para as séries 60 esforços de 50m, 30 esforços de 100m e 14 esforços de 200m.

**Tabela 6.** Valores médios e erros padrão do fator de correção (FC) para esforços intermitentes, a razão esforço/pausa (E:P) e a porcentagem relativa ao esforço máximo de 200m realizado no teste de lactato mínimo (% da v200) para as séries 60 esforços de 50m (60x50), 30 esforços de 100m (30x100) e de 14 esforços de 200m (14x200).

Série	FC (% da iLan)	E:P	% da v200
60x50	118,11 ± 0,49	1,12:1	91,37 ± 1,88
30x100	105,75 ± 0,57	2,50:1	89,41 ± 1,53
14x200	104,27 ± 0,62	5,10:1	87,54 ± 1,15

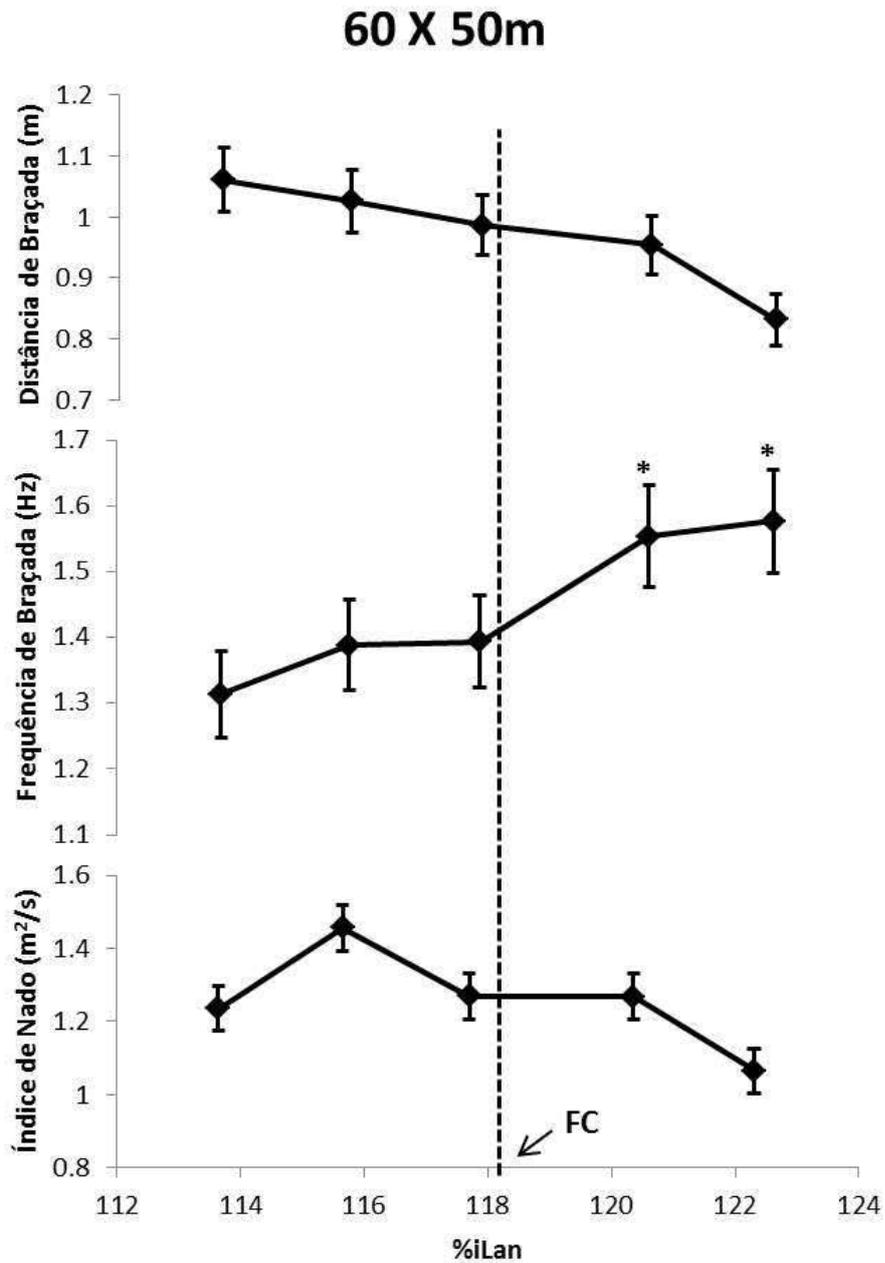
**Tabela 7.** Valores médios e erros padrão da distância de braçada (DB), frequência de braçada ( $f_B$ ) e índice de nado (IN) na intensidade de limiar anaeróbio (iLan) e no fator de correção para nado intermitente (FC) para as sessões 60 esforços de 50m, 30 esforços de 100m e 14 esforços de 200m.

Sessão	DB (m)		$f_B$ (Hz)		IN ( $m^2/s$ )	
	iLan	FC	iLan	FC	iLan	FC
60 x 50m	1,41±0,03	1,02±0,03*	0,85±0,01	1,24±0,05*	1,85±0,09	1,34±0,07*
30 x 100m	1,40±0,04	0,98±0,02*	0,85±0,02	1,18±0,03*	1,79±0,11	1,14±0,05*
14 x 200m	1,38±0,02	1,09±0,03*	0,90±0,03	1,11±0,03*	1,80±0,12	1,31±0,05*

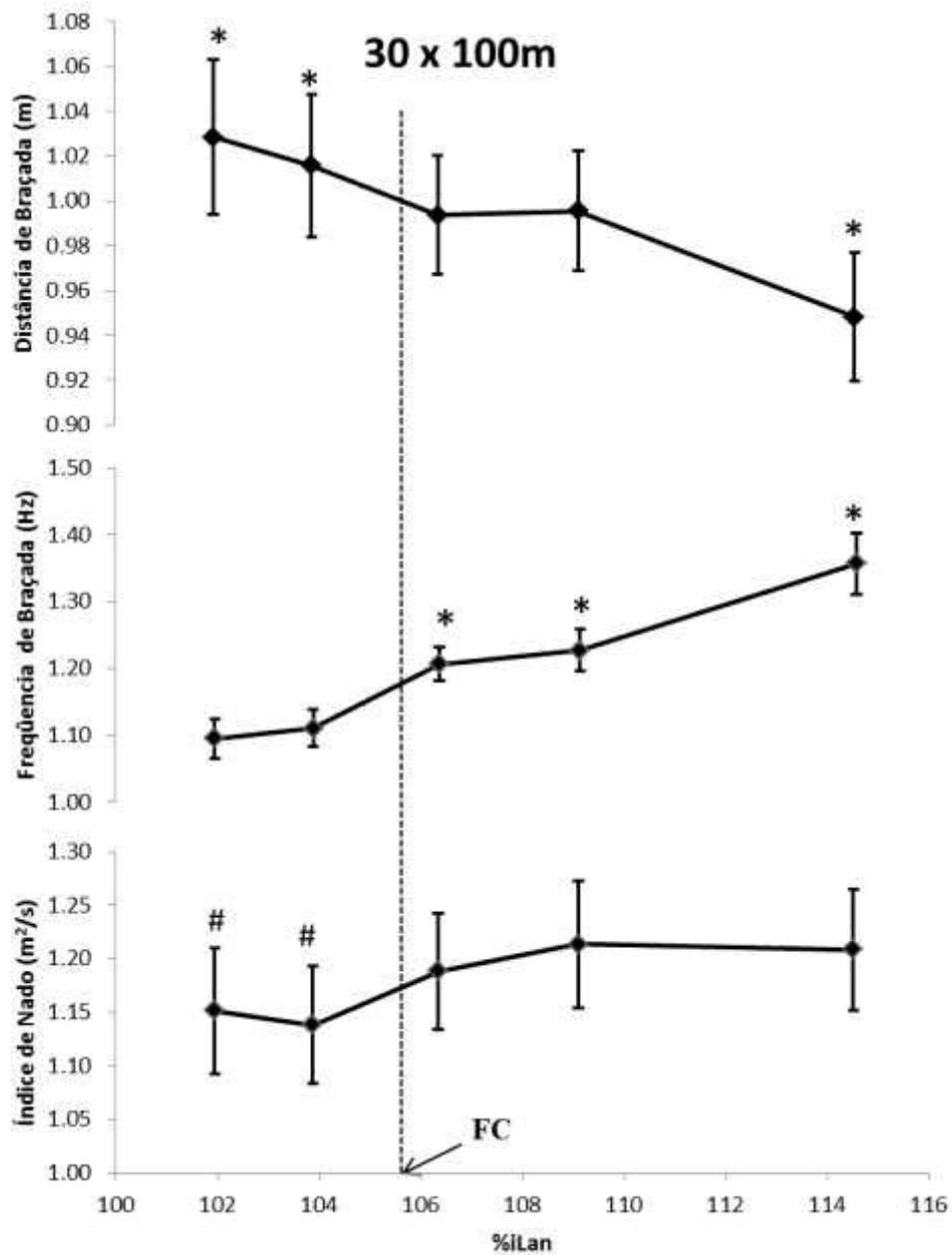
\* $p < 0.05$

Os parâmetros mecânicos de nado obtidos durante as sessões de treino compostas por 60 esforços de 50m são apresentadas na Figura 13. Pode-se observar também que houve diferença significativa nas séries cujas intensidades médias foram de 120,4% e 122,3% da iLan em relação as outras séries na  $f_B$ . Já na DB e IN, não foram observadas diferenças significativas entre as diferentes intensidades.

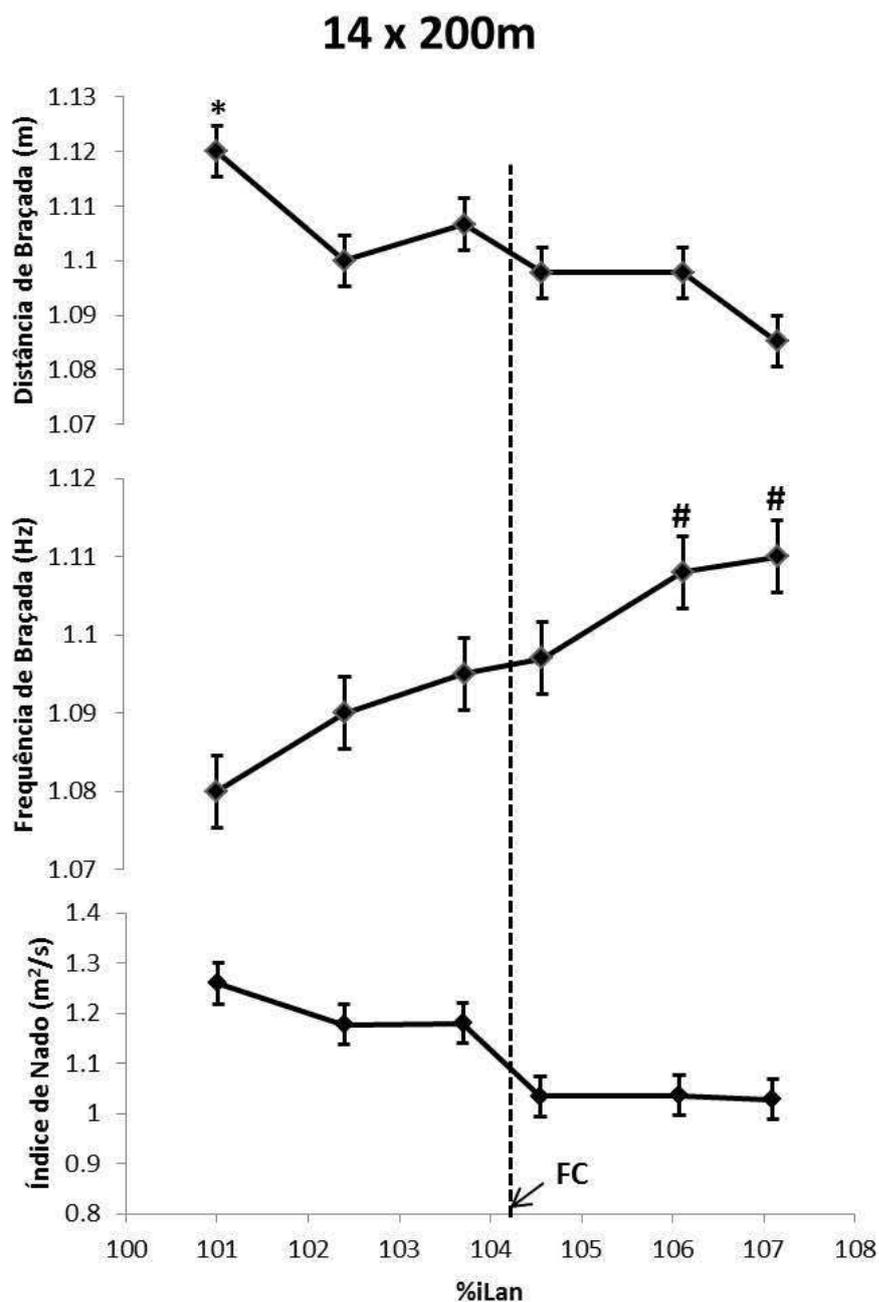
Os parâmetros mecânicos de nado obtidos durante as sessões de treino compostas por 30 esforços de 100m são apresentadas na Figura 14. Pode-se observar também que houve diferença significativa nas séries cujas intensidades médias foram de 101,9%, 103,9% e 114,3% da iLan em relação a todas as outras séries na DB. Já na  $f_B$ , houve diferença significativa nas séries em que as intensidades médias foram de 106,7%, 109,5% e 114,3% da iLan para todas as outras séries. No IN, verificaram-se diferenças significativas nas séries em que as intensidades médias foram de 101,9% e 103,9% da iLan quando comparadas a outras séries mais intensas.



**Figura 14.** Comportamento dos valores médios e erro padrão da DB,  $f_B$  e IN pela intensidade relativa à iLan para sessões de 60 esforços de 50m. \* Indica diferença significativa entre as séries cujas intensidades médias foram 120,4% e 122,3% da iLan em relação as outras séries.



**Figura 15.** Comportamento dos valores médios e erro padrão da DB,  $f_B$  e IN pela intensidade relativa à  $iLan$  para sessões de 30 esforços de 100m. \* Indica diferença significativa em relação a todas as outras intensidades. # Indica diferença significativa entre 106,7%, 109,5% e 114,3% da  $iLan$ .



**Figura 16.** Comportamento dos valores médios e erro padrão da DB,  $f_B$  e IN pela intensidade relativa à  $iLan$  para sessões de 14 esforços de 200m. \* Indica diferença significativa em relação a todas as outras intensidades. # Indica diferença significativa entre 101%, 102,4%, 103,7% e 104,5% da  $iLan$ .

Os parâmetros cinemáticos de nado obtidos durante as sessões de treino compostas por 14 esforços de 200m são apresentadas na Figura 15. Pode-se observar que houve diferença significativa na série cuja intensidade média foi de 101% da  $iLan$  em relação a todas as outras séries na DB. Já na  $f_B$ , houve diferença significativa nas séries em que as

intensidades médias foram de 106%, e 107,1% da iLan para todas as outras séries. No IN, não foi observada diferença significativa em nenhum momento.

## 6. DISCUSSÃO

O principal objetivo do presente estudo foi estabelecer um fator de correção para que as intensidades utilizadas em treinamentos intermitentes nas distâncias de 50, 100 e 200 m com intervalo padronizado de 30s aproximem-se da MFEL. Foram encontrados fatores de correção de 118,11%, 105,75% e 104,27% da iLan obtido por meio do teste de lactato mínimo para as séries compostas por 60 esforços de 50m, 30 esforços de 100m e 14 esforços de 200m, respectivamente.

As  $[La^-]$  nas respectivas intensidades não mostraram diferença significativa para todos os tipos de série. Desta forma, mesmo realizando um treino de forma intermitente em intensidades superiores a iLan, não houve diferença na razão produção/remoção de lactato e que, teoricamente, podem gerar as mesmas adaptações fisiológicas (Maglischo, 2003). Este fato possivelmente ocorreu devido aos intervalos passivos de cada série com duração de 30 segundos, ou seja, mesmo que esta seja a forma menos eficiente para remoção de lactato, tanto em esforços máximos como submáximos (Dodd *et al.*, 1984; Greenwood *et al.*, 2008), estes intervalos foram suficientes para manter a  $[La^-]$  em níveis estáveis mesmo em velocidades significativamente maiores que a iLan.

Na tentativa de encontrar uma intensidade teoricamente ideal para uma sessão de treino intermitente para desenvolvimento da capacidade aeróbia, Grossl e colaboradores (2012) determinaram a MFEL de forma intermitente (5 minutos de esforço por 1 minuto de intervalo) e tradicional em ciclistas. Foi observado que a intensidade obtida através da MFEL intermitente foi 6% maior em comparação à MFEL tradicional. Contudo, quando o esforço foi realizado até a exaustão nas respectivas intensidades e condições, o tempo até a exaustão realizado de forma intermitente foi 24% maior que o tradicional e a  $[La^-]$  foi também significativamente maior durante o esforço intermitente. Os autores concluíram que mesmo realizando um protocolo intermitente com intensidade significativamente maior que o protocolo tradicional para a determinação da iLan, este procedimento não foi suficiente para suprir os intervalos passivos (Grossl *et al.*, 2012). No presente estudo foi determinado um fator de correção de 4,27% maior para sessão de treinos intermitentes do que em treinos contínuos, para a mesma razão esforço/pausa, 5:1, contudo, os esforços e os intervalos foram menores do que no estudo de Grossl e colaboradores (2012), o que pode indicar que maiores valores do fator de correção são necessários para intervalos maiores.

Em contradição, (Dittrich *et al.*, 2013) utilizaram um protocolo exatamente igual ao realizado por Grossl *et al.* (2012) em corredores e encontraram um tempo até a exaustão menor para o treinamento realizado de forma intermitente quando comparado com o treino realizado de forma contínua, resultando em um volume menor. Estes resultados contradizem ao que é reportado na literatura (Christensen *et al.*, 1960; Fox *et al.*, 1975; Billat, 2001; Millet *et al.*, 2003; Driller *et al.*, 2009; Ihsan *et al.*, 2013).

Em outro estudo realizado com ciclistas (Beneke *et al.*, 2003) no qual objetivo era verificar as alterações na MFEL causado por intervalos passivos. A MFEL foi realizada com pausas de 30s ou 90s a cada 5min ou sem pausas, gerando assim MFEL intermitente com razão esforço pausa de 10:1 e 3:1 respectivamente. O comportamento dos resultados obtidos por Beneke e colaboradores (2003) foi parecido com o presente estudo, a medida que se diminui a razão esforço pausa consequentemente aumenta-se o fator de correção. Contudo, os fatores de correção em si foram bem diferentes, Beneke *et al.* (2003) encontrou 8% para 10:1 e 12% para 3:1, já no presente estudo foi encontrado 4,27% para 5:1; 5,75% para 2,5:1 e 18,11% para 1:1. Entretanto, é preciso muita cautela quando se compara natação com outros esportes cíclicos já que a relação entre custo energético e velocidade não é linear em natação (Capelli *et al.*, 1998) e consequentemente um pequeno incremento na intensidade, pode necessitar de muito mais energia, possivelmente devido ao arrasto do meio líquido (Di Prampero, 1986).

Para natação, Oliveira e colaboradores (2012) encontraram um fator de correção de 3,5% para intensidade de MFEL intermitente, com razão esforço/pausa de 5:1 e intervalo de 30s entre os esforços, em relação a MFEL realizada de forma contínua. Fator de correção este, menor do que foi encontrado no presente estudo para a mesma razão esforço/pausa e intervalo entre as séries. Contudo, Oliveira e colaboradores (2012), realizaram incrementos de 2,5% da intensidade prévia para a determinação da MFEL, que possivelmente seja um fator de correção muito alto. A precisão na determinação da MFEL está relacionada com o aumento da intensidade para a próxima sessão a ser monitorada, quanto maior o aumento menor a precisão do resultado (Beneke, 2003b). Além disso, os atletas utilizados no presente estudo apresentaram iLan maior que os de Oliveira e colaboradores (2012), 1,25m/s e 1,13m/s, respectivamente.

Adicionalmente, as respostas dos parâmetros mecânicos de nado (DB,  $f_B$  e IN) durante os treinamentos intermitentes realizados com intensidades ajustadas foram

investigadas. Os resultados corroboram aos apresentados em estudos anteriores, ou seja, à medida que a intensidade é aumentada há um incremento na  $fB$  e diminuição na  $DB$  resultando em redução na qualidade do nado (Dekerle, Nesi, *et al.*, 2005; Psycharakis *et al.*, 2008; Barden e Kell, 2009). Fernandes e colaboradores (2013) observaram, em um protocolo incremental constituído por 7 esforços de 200m com incremento de 0,05 m/s, que na iLan há uma inflexão no índice de coordenação e na  $fB$  e uma deflexão na  $DB$ . No presente estudo, realizado com intensidades constantes, observou-se um comportamento semelhante na  $fB$  e  $DB$ , com diferença significativa apenas na série 30 esforços de 100m e a  $fB$  na série composta por 60 esforços de 50m em intensidades sub limiar e supra limiar. Contudo, em todas as séries pode-se observar o mesmo comportamento apesar de não mostrar diferença significativa. Os resultados obtidos através dos parâmetros mecânicos de nado reforçam o valor do fator de correção encontrado para esforços intermitentes na iLan, determinado por meio de um parâmetro fisiológico, revelando que há uma mudança mecânica próximo ao ponto de mudança fisiológico.

O  $IN$  é o produto da  $DB$  pela velocidade, fornecendo um indicativo de eficiência técnica do nadador, portanto se o atleta aumenta a velocidade do nado e consegue manter a mesma  $DB$ , conseqüentemente irá aumentar o  $IN$  (Costill *et al.*, 1985). No presente estudo, apenas na série composta por 30 esforços de 100m foi verificada diferença significativa no  $IN$  e com comportamento de inflexão a medida que aumenta-se a velocidade. Nas outras séries compostas por 60 esforços de 50m e 14 esforços de 200m, observou-se uma queda de aproximadamente 40% e 30%, respectivamente, no  $IN$ , a medida que aumenta-se a velocidade, sugerindo portanto diminuição da eficiência técnica do nado.

No trabalho realizado por Oliveira e colaboradores (2012), as mesmas características para a  $fB$  e  $DB$  foram verificadas. Os resultados não mostraram diferença significativa em nenhuma intensidade no  $IN$ , fazendo os autores sugerirem que na iLan há uma deflexão no  $IB$ . No presente estudo, verificou-se diferença significativa entre os valores de  $IN$  sub limiar e os valores supra limiar para a série 30 esforços de 100m. Já nas séries compostas por 14 esforços de 200m e 60 esforços de 50m não apresentaram diferença significativa. Futuros estudos deverão ser realizados para compreender melhor a relação intensidade por  $IN$ .

Ainda, Craig *et al.* (1985) relataram que quanto mais rápido é o nadador, maior a  $DB$  tanto em baixas quanto altas velocidades, maior a habilidade dele aumentar a  $fB$  e conseqüentemente, maior sucesso em quais quer distâncias de prova e por isso sempre treinar

na maior DB possível, teoricamente iria aumentar a DB e assim aumentar a velocidade de nado (Termin e Pendergast, 2000). A série composta por 60 esforços de 50m foi a única série que não foi observada diferença significativa na DB com o aumento da intensidade, possivelmente a baixa razão esforço/pausa haja uma maior ressíntese de ATP-CP mantendo a qualidade do nado mesmo em altas intensidades (Yoshida *et al.*, 1996).

Apesar do foco do presente estudo ser a correta avaliação e prescrição para o treinamento aeróbio, ainda não foi verificado os efeitos do treinamento realizado nessas intensidades e portanto, apesar desses fatores de correção indicarem os ajustes necessários para que as sessões de treinamento sejam realizadas, teoricamente, com intensidade de MFEL, não é possível afirmar que essa é a intensidade “ideal” para o desenvolvimento da capacidade aeróbia máxima.

As limitações do presente estudo estão relacionadas à ausência de: (i) análise de gases de forma a observar mudanças no consumo de oxigênio em exercícios de intensidades constantes como há em uma sessão com intensidades progressivas; e (ii) mensuração da força aplicada em cada fase de cada braçada. Estes dois procedimentos aumentam a qualidade dos resultados, mas implicam na aquisição de equipamentos de alto custo.

## 7. CONCLUSÃO

Para treinamentos intermitentes com o objetivo de desenvolvimento da capacidade aeróbia, compostos por 60 esforços de 50 metros, 30 esforços de 100 metros e 14 esforços de 200 metros com 30 segundos de intervalo passivo são sugeridos os fatores de correção de 4,27%; 5,75% e 18,11% na intensidade de limiar anaeróbio determinado pelo protocolo de lactato mínimo, que foi reforçado por meio dos parâmetros mecânicos de nado.

## 8. APLICAÇÃO PRÁTICA:

A Tabela 8 representa intensidades para treinamentos com objetivo de desenvolvimento da capacidade aeróbia máxima realizado de modo intermitente nas distâncias de 50m, 100m e 200m nado crawl com intervalo de repouso fixado em 30s e volume da série de aproximadamente 3000m.

**Tabela 8.** Valores médios e erro padrão do fator de correção (FC) para esforços intermitentes, intensidade relativa a performance máxima de 200m (v200), concentração de lactato sanguíneo ( $[La^-]$ ) na intensidade do fator de correção e variação da percepção subjetiva de esforço (PSE) para as séries compostas por 60 esforços de 50m, 30 esforços de 100m e 14 esforços de 200m.

	60 x 50m	30 x 100m	14 x 200m
FC (%)	118,11 $\pm$ 0,49	105,75 $\pm$ 0,57	104,27 $\pm$ 0,62
v200 (%)	91,37 $\pm$ 1,88	89,41 $\pm$ 1,53	87,54 $\pm$ 1,15
$[La^-]$ (mM)	4,49 $\pm$ 0,36	4,01 $\pm$ 0,37	3,32 $\pm$ 0,53
PSE	14 a 15	13 a 14	16 a 17

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ALBERTY, M. et al. Stroking characteristics during time to exhaustion tests. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 3, p. 637-44, Mar 2009. ISSN 1530-0315 (Electronic)

0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19204586> >.

BAPTISTA, R. R. et al. Limiar de Lactato em Remadores: Comparação entre Dois Métodos de Determinação. **Revista Brasileira De Medicina Do Esporte**, v. 11, n. 4, p. 4, 2005.

BARBOSA, T. M. et al. The influence of stroke mechanics into energy cost of elite swimmers. **Eur J Appl Physiol**, v. 103, n. 2, p. 139-49, May 2008. ISSN 1439-6319 (Print)

1439-6319 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18214521> >.

BARDEN, J. M.; KELL, R. T. Relationships between stroke parameters and critical swimming speed in a sprint interval training set. **J Sports Sci**, v. 27, n. 3, p. 227-35, Feb 1 2009. ISSN 0264-0414 (Print)

0264-0414 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19153860> >.

BENEKE, R. Experiment and computer-aided simulation: complementary tools to understand exercise metabolism. **Biochem Soc Trans**, v. 31, n. Pt 6, p. 1263-6, Dec 2003a. ISSN 0300-5127 (Print)

0300-5127 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14641039> >.

\_\_\_\_\_. Maximal lactate steady state concentration (MLSS): experimental and modelling approaches. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 4-5, p. 361-369, Jan 2003b. ISSN 1439-6319. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000180843400006 >.

BENEKE, R.; HUTLER, M.; LEITHAUSER, R. M. Maximal lactate-steady-state independent of performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 32, n. 6, p. 1135-9, Jun 2000. ISSN 0195-9131 (Print)

0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10862542> >.

BENEKE, R. et al. Effect of test interruptions on blood lactate during constant workload testing. **Med Sci Sports Exerc**, v. 35, n. 9, p. 1626-30, Sep 2003. ISSN 0195-9131 (Print)

0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12972887> >.

BENEKE, R.; LEITHAUSER, R. M.; OCHENTEL, O. Blood lactate diagnostics in exercise testing and training. **Int J Sports Physiol Perform**, v. 6, n. 1, p. 8-24, Mar 2011. ISSN 1555-0265 (Print)

1555-0265 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21487146> >.

BENEKE, R.; VON DUVILLARD, S. P. Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. **Med Sci Sports Exerc**, v. 28, n. 2, p. 241-6, Feb 1996. ISSN 0195-9131 (Print)

0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8775160> >.

BILLAT, L. V. Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training. Recommendations for long-distance running. **Sports Med**, v. 22, n. 3, p. 157-75, Sep 1996. ISSN 0112-1642 (Print)

0112-1642 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8883213> >.

BILLAT, V. L. Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training - Recommendations for long-distance running. **Sports Medicine**, v. 22, n. 3, p. 157-175, Sep 1996. ISSN 0112-1642. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1996VG21400003 >.

\_\_\_\_\_. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. **Sports Med**, v. 31, n. 1, p. 13-31, 2001. ISSN 0112-1642 (Print)

0112-1642 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11219499> >.

BILLAT, V. L. et al. The concept of maximal lactate steady state - A bridge between biochemistry, physiology and sport science. **Sports Medicine**, v. 33, n. 6, p. 407-426, 2003. ISSN 0112-1642. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000183255200003 >.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. **Sports Med**, v. 43, n. 5, p. 313-38, May 2013. ISSN 1179-2035 (Electronic)

0112-1642 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23539308> >.

CAMPOS, E. Z. et al. The Response of the Lactate Minimum Test to a 12-week Swimming Training. **Motriz**, v. 20, n. 3, p. 6, 2014.

CAPELLI, C.; PENDERGAST, D. R.; TERMIN, B. Energetics of swimming at maximal speeds in humans. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 78, n. 5, p. 385-93, Oct 1998. ISSN 0301-5548 (Print)

0301-5548 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9809837> >.

CHENG, B. et al. A new approach for the determination of ventilatory and lactate thresholds. **Int J Sports Med**, v. 13, n. 7, p. 518-22, Oct 1992. ISSN 0172-4622 (Print)

0172-4622 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1459746> >.

CHRISTENSEN, E. H.; HEDMAN, R.; SALTIN, B. Intermittent and continuous running. (A further contribution to the physiology of intermittent work.). **Acta Physiol Scand**, v. 50, p. 269-86, Dec 30 1960. ISSN 0001-6772 (Print)

0001-6772 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14448704> >.

COSTILL, D. L. et al. Energy-Expenditure during Front Crawl Swimming - Predicting Success in Middle-Distance Events. **International Journal of Sports Medicine**, v. 6, n. 5, p. 266-270, 1985. ISSN 0172-4622. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1985ASW0200002 >.

CRAIG, A. B., JR. et al. Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. **Med Sci Sports Exerc**, v. 17, n. 6, p. 625-34, Dec 1985. ISSN 0195-9131 (Print)

0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4079732> >.

CZUBA, M. et al. Lactate Threshold (D-Max Method) and Maximal Lactate Steady State in Cyclists. **Journal of Human Kinetics**, v. 21, n. 1, p. 8, 2009. ISSN 1640-5544.

DE ARAUJO, G. G. et al. Interval versus continuous training with identical workload: physiological and aerobic capacity adaptations. **Physiol Res**, Oct 15 2014. ISSN 1802-9973 (Electronic)

0862-8408 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25317688> >.

DE BARROS, C. L. M. et al. Maximal Lactate Steady State is Altered in the Heat. **International Journal of Sports Medicine**, v. 32, n. 10, p. 749-753, Oct 2011. ISSN 0172-4622. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000295578100003 >.

DEKERLE, J. et al. Stroking parameters in front crawl swimming and maximal lactate steady state speed. **International Journal of Sports Medicine**, v. 26, n. 1, p. 53-58, Jan-Feb 2005. ISSN 0172-4622. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000227071500008 >.

DEKERLE, J. et al. Critical swimming speed does not represent the speed at maximal lactate steady state. **Int J Sports Med**, v. 26, n. 7, p. 524-30, Sep 2005. ISSN 0172-4622 (Print)

0172-4622 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16195984> >.

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**, v. 23, n. 2, p. 93-98, Feb 2002. ISSN 0172-4622. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000173860100004 >.

DEMINICE, R. et al. Validity of 30 minutes test (T-30) in aerobic capacity, stroke parameters and aerobic performance determination of trained swimmers. **Revista Brasileira De Medicina Do Esporte**, v. 13, n. 3, p. 4, 2007.

DI PRAMPERO, P. E. The energy cost of human locomotion on land and in water. **Int J Sports Med**, v. 7, n. 2, p. 55-72, Apr 1986. ISSN 0172-4622 (Print)

0172-4622 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3519480> >.

DITTRICH, N. et al. Time to Exhaustion at Maximal Lactate Steady State Continuous and Intermittent During Running Exercise. **Int J Sports Physiol Perform**, Nov 14 2013. ISSN 1555-0265 (Print)

1555-0265.

DODD, S. et al. Blood lactate disappearance at various intensities of recovery exercise. **J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol**, v. 57, n. 5, p. 1462-5, Nov 1984. ISSN 0161-7567 (Print)

0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6520040> >.

DRILLER, M. W. et al. The Effects of High-Intensity Interval Training in Well-Trained Rowers. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 4, n. 1, p. 110-121, Mar 2009. ISSN 1555-0265. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000277037200010 >.

EDWARDS, R. H. et al. Cardiorespiratory and metabolic costs of continuous and intermittent exercise in man. **J Physiol**, v. 234, n. 2, p. 481-97, Oct 1973. ISSN 0022-3751 (Print)

0022-3751 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4767062> >.

ESFARJANI, F.; LAURSEN, P. B. Manipulating high-intensity interval training: effects on VO<sub>2</sub>max, the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males. **J Sci Med Sport**, v. 10, n. 1, p. 27-35, Feb 2007. ISSN 1440-2440 (Print).

ESSEN, B. Glycogen depletion of different fibre types in human skeletal muscle during intermittent and continuous exercise. **Acta Physiol Scand**, v. 103, n. 4, p. 446-55, Aug 1978. ISSN 0001-6772 (Print)

0001-6772.

FAUDE, O.; KINDERMANN, W.; MEYER, T. Lactate threshold concepts: how valid are they? **Sports Med**, v. 39, n. 6, p. 469-90, 2009. ISSN 0112-1642 (Print)

0112-1642 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19453206> >.

FIGUEIREDO, P. et al. Changes in arm coordination and stroke parameters on transition through the lactate threshold. **Eur J Appl Physiol**, v. 113, n. 8, p. 1957-64, Aug 2013. ISSN 1439-6327 (Electronic)

1439-6319 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23515845> >.

FIGUEIREDO, P. et al. Kinematical Analysis along Maximal Lactate Steady State Swimming Intensity. **J Sports Sci Med**, v. 13, n. 3, p. 610-5, Sep 2014. ISSN 1303-2968 (Electronic)

1303-2968 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25177189> >.

FOX, E. L. et al. Frequency and duration of interval training programs and changes in aerobic power. **J Appl Physiol**, v. 38, n. 3, p. 481-4, Mar 1975. ISSN 0021-8987 (Print)

0021-8987 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1150561> >.

GREENWOOD, J. D. et al. Intensity of exercise recovery, blood lactate disappearance, and subsequent swimming performance. **J Sports Sci**, v. 26, n. 1, p. 29-34, Jan 1 2008. ISSN 0264-0414 (Print)

0264-0414 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17852681> >.

GROSSL, T. et al. Time to exhaustion at intermittent maximal lactate steady state is longer than continuous cycling exercise. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 37, n. 6, p. 1047-53, Dec 2012. ISSN 1715-5312 (Print).

GULLSTRAND, L. Physiological responses to short-duration high-intensity intermittent rowing. **Can J Appl Physiol**, v. 21, n. 3, p. 197-208, Jun 1996. ISSN 1066-7814 (Print)

1066-7814.

HAMILTON, R. J.; PATON, C. D.; HOPKINS, W. G. Effect of high-intensity resistance training on performance of competitive distance runners. **Int J Sports Physiol Perform**, v. 1, n. 1, p. 40-9, Mar 2006. ISSN 1555-0265 (Print)

1555-0265 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19114736> >.

HAY, B. G. Swimming biomechanics: a brief review. **Swim Technique**, v. 9, p. 7, 1987.

HECK, H. et al. Justification of the 4-Mmol/l Lactate Threshold. **International Journal of Sports Medicine**, v. 6, n. 3, p. 117-130, 1985. ISSN 0172-4622. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1985ALS1800002 >.

IHSAN, M. et al. Muscle Oxygenation and Blood Volume Reliability during Continuous and Intermittent Running. **International Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 7, p. 637-645, Jul 2013. ISSN 0172-4622. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000321140800011 >.

INVERNIZZI, P. L. et al. Effects of a 25-km trial on psychological, physiological and stroke characteristics of short- and mid-distance swimmers. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 54, n. 1, p. 53-62, Feb 2014. ISSN 0022-4707 (Print)

0022-4707 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24445545> >.

JOKL, E.; ANAND, R. L.; STOBOY, H. **Advances in exercise physiology**. Basel ; New York: Karger, 1976. viii, 208 p. ISBN 3805522916.

JONES, A. M.; DOUST, J. H. The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal lactate steady state. **Med Sci Sports Exerc**, v. 30, n. 8, p. 1304-13, Aug 1998. ISSN 0195-9131 (Print)

0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9710874> >.

KESKINEN, K. L.; KOMI, P. V. Stroking Characteristics of Front Crawl Swimming during Exercise. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 9, n. 3, p. 219-226, Aug 1993. ISSN 1065-8483. Disponível em: <Go to ISI>://WOS:A1993LQ11200004 >.

KNOEPFLI-LENZIN, C.; BOUTELLIER, U. Lactate minimum is valid to estimate maximal lactate steady state in moderately and highly trained subjects. **J Strength Cond Res**, v. 25, n. 5, p. 1355-9, May 2011. ISSN 1533-4287 (Electronic)

1064-8011 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21522075> >.

KOMAR, J. et al. Effect of increasing energy cost on arm coordination in elite sprint swimmers. **Hum Mov Sci**, v. 31, n. 3, p. 620-9, Jun 2012. ISSN 1872-7646 (Electronic)

0167-9457 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22094119> >.

MACINTOSH, B. R.; ESAU, S.; SVEDAHL, K. The lactate minimum test for cycling: estimation of the maximal lactate steady state. **Can J Appl Physiol**, v. 27, n. 3, p. 232-49, Jun 2002. ISSN 1066-7814 (Print)

1066-7814.

MADSEN, O.; LOHBERG, M. The lowdown on lactates. **Swim Technique**, v. 24, n. 1, p. 6, 1987.

MAGLISCHO, E. **Swimming fastest**. Champaign, IL: Human Kinetics, 2003. viii, 791 p. ISBN 0736031804.

\_\_\_\_\_. Training fast twitch muscle fibers: Why and How - Part 2. **Journal of Swimming Research**, v. 18, n. 1, p. 16, 2011.

\_\_\_\_\_. Training fast twitch muscle fibers: Why and How - Part 2. **Journal of Swimming Research**, v. 19, n. 1, p. 18, 2012a.

\_\_\_\_\_. Training Zones Revisited. **Journal of Swimming Research**, v. 19, n. 2, p. 18, 2012b.

MATOS, N. F.; WINSLEY, R. J.; WILLIAMS, C. A. Prevalence of nonfunctional overreaching/overtraining in young English athletes. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n. 7, p. 1287-94, Jul 2011. ISSN 1530-0315 (Electronic)

0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21131861> >.

MEZZAROBA, P. V.; PAPOTI, M.; MACHADO, F. A. Comparison between lactate minimum and critical speed throughout childhood and adolescence in swimmers. **Pediatr Exerc Sci**, v. 26, n. 3, p. 274-80, Aug 2014. ISSN 1543-2920 (Electronic)

0899-8493 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25050986> >.

MILLET, G. P. et al. Effects of increased intensity of intermittent training in runners with differing VO<sub>2</sub> kinetics. **European Journal of Applied Physiology**, v. 90, n. 1-2, p. 50-57, Sep 2003. ISSN 1439-6319. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000185457700008 >.

MONTEIRO DE BARROS, C. L. et al. Individual anaerobic threshold estimates maximal lactate steady state in temperate and hot environment. **J Sports Med Phys Fitness**, Nov 12 2014. ISSN 0022-4707 (Print)

0022-4707 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25389636> >.

NICHOLSON, R. M.; SLEIVERT, G. G. Indices of lactate threshold and their relationship with 10-km running velocity. **Med Sci Sports Exerc**, v. 33, n. 2, p. 339-42, Feb 2001. ISSN 0195-9131 (Print)

0195-9131 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11224827> >.

OLBRECHT, J. et al. Relationship between swimming velocity and lactic concentration during continuous and intermittent training exercises. **Int J Sports Med**, v. 6, n. 2, p. 74-7, Apr 1985. ISSN 0172-4622 (Print)

0172-4622.

OLIVEIRA, M. F. et al. Physiological and stroke parameters to assess aerobic capacity in swimming. **Int J Sports Physiol Perform**, v. 7, n. 3, p. 218-23, Sep 2012. ISSN 1555-0265 (Print)

1555-0265 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22172986> >.

OLIVEIRA, M. F. M. et al. Stroking Parameters during Continuous and Intermittent Exercise in Regional-Level Competitive Swimmers. **International Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 9, p. 696-701, Sep 2012. ISSN 0172-4622. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000307993100003 >.

PODOLIN, D. A.; MUNGER, P. A.; MAZZEO, R. S. Plasma-Catecholamine and Lactate Response during Graded-Exercise with Varied Glycogen Conditions. **Journal of Applied Physiology**, v. 71, n. 4, p. 1427-1433, Oct 1991. ISSN 8750-7587. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:A1991GJ96100034 >.

PSYCHARAKIS, S. G. et al. Analysis of selected kinematic and physiological performance determinants during incremental testing in elite swimmers. **J Strength Cond Res**, v. 22, n. 3, p. 951-7, May 2008. ISSN 1533-4287 (Electronic)

1064-8011 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18438216> >.

RIBEIRO, L. et al. Stage length, spline function and lactate minimum swimming speed. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 43, n. 3, p. 312-318, Sep 2003. ISSN 0022-4707. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000187416100009 >.

RIBEIRO, L. F. et al. Influence of recovery manipulation after hyperlactemia induction on the lactate minimum intensity. **Eur J Appl Physiol**, v. 105, n. 2, p. 159-65, Jan 2009. ISSN 1439-6327 (Electronic) 1439-6319 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18853175> >.

SEILER, S. et al. Adaptations to aerobic interval training: interactive effects of exercise intensity and total work duration. **Scand J Med Sci Sports**, v. 23, n. 1, p. 74-83, Feb 2013. ISSN 1600-0838 (Electronic) 0905-7188 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21812820> >.

SJODIN, B.; JACOBS, I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. **Int J Sports Med**, v. 2, n. 1, p. 23-6, Feb 1981. ISSN 0172-4622 (Print) 0172-4622 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7333732> >.

STEGMANN, H.; KINDERMANN, W. Comparison of prolonged exercise tests at the individual anaerobic threshold and the fixed anaerobic threshold of 4 mmol.l(-1) lactate. **Int J Sports Med**, v. 3, n. 2, p. 105-10, May 1982. ISSN 0172-4622 (Print) 0172-4622.

SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B. R. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. **Can J Appl Physiol**, v. 28, n. 2, p. 299-323, Apr 2003. ISSN 1066-7814 (Print) 1066-7814.

TEGTBUR, U.; BUSSE, M. W.; BRAUMANN, K. M. Estimation of an Individual Equilibrium between Lactate Production and Catabolism during Exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 25, n. 5, p. 620-627, May 1993. ISSN 0195-9131. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:A1993LA33300014 >.

TERMIN, B.; PENDERGAST, D. R. Training using the stroke frequency-velocity relationship to combine biomechanical and metabolic paradigms. **Journal of Swimming Research**, v. 14, p. 9, 2000.

TOUBEKIS, A. G. et al. Physiological responses during interval training at relative to critical velocity intensity in young swimmers. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 14, n. 4, p. 363-368, Jul 2011. ISSN 1440-2440. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000292578100017 >.

VICENTE-CAMPOUS, D. et al. Lactate minimum test during incremental running after a submaximal cycling exercise: a novel test with training applications for triathletes. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 54, n. 6, p. 742-9, Dec 2014. ISSN 0022-4707 (Print) 0022-4707 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25350031> >.

WAKAYOSHI, K. et al. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state? **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 66, n. 1, p. 90-5, 1993. ISSN 0301-5548 (Print)

0301-5548 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8425518> >.

YOSHIDA, T. et al. Blood lactate parameters related to aerobic capacity and endurance performance. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 56, n. 1, p. 7-11, 1987. ISSN 0301-5548 (Print)

0301-5548 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3830147> >.

YOSHIDA, T.; WATARI, H.; TAGAWA, K. Effects of active and passive recoveries on splitting of the inorganic phosphate peak determined by <sup>31</sup>P-nuclear magnetic resonance spectroscopy. **NMR Biomed**, v. 9, n. 1, p. 13-9, Feb 1996. ISSN 0952-3480 (Print)

0952-3480 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8842028> >.

ZAGATTO, A. M. et al. Hyperlactemia induction modes affect the lactate minimum power and physiological responses in cycling. **J Strength Cond Res**, v. 28, n. 10, p. 2927-34, Oct 2014. ISSN 1533-4287 (Electronic)

1064-8011 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24736777> >.