

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

TAÍS HELENA DE BRAGANÇA MEGDA

**REPRODUTIBILIDADE DA TAXA DE REMOÇÃO DE LACTATO SANGUÍNEO
NA NATAÇÃO**

**FLORIANÓPOLIS / SC
2010**

TAÍS HELENA DE BRAGANÇA MEGDA

**REPRODUTIBILIDADE DA TAXA DE REMOÇÃO DE LACTATO SANGUÍNEO
NA NATAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro de Desportos da
Universidade Federal de Santa Catarina

Orientador: Prof. Dr. Luiz Guilherme
Antonacci Guglielmo

Coorientador: Drdo. Ricardo Dantas
de Lucas

**FLORIANÓPOLIS / SC
2010**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC
CENTRO DE DESPORTOS – CDS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

REPRODUTIBILIDADE DA TAXA DE REMOÇÃO DE LACTATO SANGUÍNEO
NA NATAÇÃO

ELABORADO POR:
Taís Helena de Bragança Megda

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo - UFSC
Orientador

Drdo. Ricardo Dantas de Lucas – UFSC
Coorientador

Prof. Dr. Fernando Diefenthaeler – UFSC
Membro

Drdo. Juliano Fernandes da Silva
Membro

FLORIANÓPOLIS / SC
2010

**"Se não houver frutos, valeu a beleza das flores.
Se não houver flores, valeu a sombra das folhas.
Se não houver folhas, valeu a intenção da semente."
(Autor desconhecido)**

**"A persistência é o caminho do êxito."
(Charles Chaplin)**

AGRADECIMENTOS

A elaboração desse trabalho não foi nada fácil, porém, graças a pessoas maravilhosas que tenho ao meu redor, pude concretizá-lo. Diante disso gostaria de expor aqui a minha gratidão.

Nas horas de desespero, onde não conseguia enxergar o caminho certo, pude encontrar a calma e a esperança em Deus. Agradeço a Ele por estar sempre presente, independente da alegria ou tristeza do momento.

Gostaria de agradecer aos meus pais pelo apoio incondicional em todas as horas, desde sempre. Mesmo 808 km distantes (agora um pouco mais ainda, né?! heheh), sempre estiveram ao meu lado, me apoiando, me dando conselhos, me orientando nas horas mais difíceis e, principalmente, sempre acreditando em mim. O apoio, o amor e o carinho de vocês são indispensáveis para mim, são o que me ajudam a seguir atrás dos meus sonhos e objetivos. Vocês são pessoas em que eu me espelho, e podem ter certeza de que reconheço o muito que fazem por mim. Dizem que nós escolhemos a família em que nascemos, porém, podemos tomar decisões erradas às vezes (como eu faço muitas vezes), mas a melhor decisão que eu já tomei foi fazer parte dessa família maravilhosa. Se pudesse escolher denovo, com certeza escolheria vocês. MUITO OBRIGADA.

Ana Paula, você faz parte dessa família que eu também escolheria novamente. Muito obrigada por ser essa irmã amiga, companheira, divertida, carinhosa, “fofa” e chiquetíssima...hehehe. Obrigada por sempre me ajudar e me descontrair quando eu mais precisei. Mesmo distante (não sei quanto, mas é bem mais que 800km..heheh) você também sempre esteve comigo. Obrigada por ser assim...minha irmã.

Dizem que os amigos são a família que a gente escolhe (quantas escolhas, hein?), pelo jeito nessas escolhas eu estou bem. Gostaria de agradecer aos meus amigos de São José dos Campos que agora não tenho tanto contato, cada um para um lado virando gente grande, mas nunca esquecemos uns dos outros. Gostaria de agradecer em especial a Evê, companheira eterna.

Aos meus amigos da cidade que me acolheu (Florianópolis), gostaria de agradecer pelos momentos perfeitos que estivemos juntos. No início da faculdade tudo era mais fácil, ninguém trabalhava, todos podiam participar do “JINEF”, mas

o tempo foi passando e as responsabilidades foram chegando. Uns desistiram, outros ainda estão perdidos, mas todos juntos. Obrigada a vocês que são a minha família “manezinha”. Gostaria de agradecer principalmente às meninas: Evelyn, Lu, Jojô, Kellykilda, Nessa, Dih e Chrizz. Dih, Chrizz e eu, o trio...heheh. Muito obrigada meninas por participarem da minha vida, muito obrigada por sempre estarem comigo (até nas piores horas, mesmo de madrugada...hahahah). Vocês foram fundamentais nesta fase e serão nas próximas. Obrigada pelas horas divertidas que passamos juntas, pelos pães de queijo, brigadeiro..etc..hehe...OBRIGADA.

Aos meus amigos do LAEF que me ajudaram de um jeito ou de outro, seja nas coletas ou na redação final, ou até mesmo na companhia. Gostaria de agradecer principalmente à Naia que me ajudou muito nessa etapa. Aos meus colegas de trabalho da ELASE pelo apoio e compreensão.

Agradeço também aos professores que me ajudaram nesse processo de formação. Agradeço em especial ao meu orientador, o professor Luiz Guilherme, que acreditou em mim e me deu a oportunidade de trabalharmos juntos. Obrigada por essa experiência.

Ao meu coorientador Ricardo, sem palavras, sem ele não chegaria nem na metade do caminho. Obrigada por acreditar em mim, por me ajudar de forma excepcional, pela paciência e por me fazer acreditar quando eu achava que não tinha mais jeito. Ricardo, realmente não tenho palavras para te agradecer, você, incrivelmente, nunca “me deixou na mão”, mesmo tendo as milhões de coisas que você tem para fazer. Você é uma pessoa maravilhosa, tanto profissional como pessoalmente (mesmo te conhecendo pouco). Muito obrigada.

Agradeço ainda aos nadadores que tornaram possível a realização desse trabalho.

Por fim, mas nada menos importante, ao meu namorado. Obrigada pelo carinho, pelas horas tão divertidas, pelo companheirismo e principalmente pela paciência e compreensão. Obrigada pelos momentos maravilhosos e perfeitos. Obrigada pelo apoio, por acreditar em mim e me fazer acreditar também. Te amo, meu “moreco”.

A todos que fizeram parte dessa etapa da minha vida, citados acima ou não, MUITO OBRIGADA!!!

RESUMO

MEGDA, Taís Helena de Bragança. **Reprodutibilidade da Taxa de Remoção do Lactato Sanguíneo na Natação**. Santa Catarina, 2010. Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina.

Em eventos esportivos, como uma competição de natação, os atletas frequentemente são submetidos a inúmeras *performances* em um único dia, tornando importante o modo de recuperação realizado entre elas. Com isto, inúmeros estudos vêm sendo realizados para verificar a intensidade ótima desta recuperação, além dos efeitos de diversos modos de recuperação (passivo, ativo e combinado) sobre a remoção do lactato produzido. Diante disso, o principal objetivo desse estudo foi verificar a reprodutibilidade da taxa de remoção do lactato sanguíneo na natação em dois modos de recuperação (passivo e ativo). Participaram desse estudo nove nadadores ($25,47 \pm 8,25$ anos; $71,73 \pm 7,94$ kg de massa corporal; $179,86 \pm 5,40$ cm de estatura; $12,83 \pm 3,98\%$ de gordura corporal), com no mínimo 5 anos de experiência na natação competitiva. Os atletas realizaram uma repetição máxima de 100m para determinar a intensidade da recuperação ativa (60% do máximo de 100m). Para verificar a taxa de remoção do lactato sanguíneo, os atletas foram submetidos a uma *performance* máxima de 200m, objetivando a indução de acidose, para posterior recuperação de 30min. O modo de recuperação de cada teste variou entre os dias, sendo dois no modo passivo (teste e reteste) e dois no modo ativo (teste e reteste), com um intervalo mínimo de 24h entre os testes. Estes forneceram valores de tempo de meia resposta do lactato ($t_{1/2}$), pico de concentração de lactato ($[La]_{max}$), tempo em que foi atingido este pico ($T[La]_{max}$), tempo da *performance* de 200m (T_{200m}). Os tempos médios do $t_{1/2}$ no modo passivo e ativo foram de $16,55 \pm 2,82$ min e $10,92 \pm 4,65$ min, respectivamente, não apresentando diferença entre teste e reteste. Entretanto, apresentaram baixo valor de correlação (passivo: $r=0,09$; ativo: $r=0,45$), não podendo assumir a reprodutibilidade desta variável, em ambos os modos de recuperação, para a presente amostra. Contudo, os valores foram significativamente diferentes entre os modos ($r=0,73$ $p<0,05$), sugerindo que para a recuperação ativa, a remoção de lactato foi mais rápida. A $[La]_{max}$ média dos atletas foi de $12,95 \pm 2,54$ mmol.L⁻¹ para o modo passivo e $11,92 \pm 2,57$ mmol.L⁻¹ para o ativo, não apresentando diferença em ambos os modos para o teste e reteste e por isso, pode ser considerada reprodutível no modo passivo ($r=0,59$ $p=0,03$) e ativo ($r=0,71$ $p=0,01$). A $[La]_{max}$ foi significativamente superior no modo passivo ($r=0,91$ $p<0,05$), assim como o tempo para atingí-la ($T[La]_{max}$), onde os atletas apresentaram valor médio de $6,58 \pm 2,56$ min no modo passivo e $4,39 \pm 1,27$ min no ativo ($r=0,72$ $p=0,01$). O $T[La]_{max}$ apresentou reprodutibilidade apenas para o modo passivo ($r=0,61$ $p<0,05$). Além disso, a *performance* máxima de 200m foi altamente reprodutível, tanto na recuperação passiva como na ativa, apresentando valor médio de $145,1 \pm 12,6$ s e correlação de 0,98 ($p<0,0001$). Deste modo, recomenda-se que novos estudos sejam realizados para verificar a reprodutibilidade das variáveis citadas acima, objetivando a aplicabilidade das mesmas.

Palavras-chave: Recuperação ativa e passiva, metabolismo aeróbio e anaeróbio, *performance*.

ABSTRACT

MEGDA, Taís Helena de Bragança. **Reproducibility of the rate of blood lactate removal in swimming.** Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis, 2010.

During sports events, like a swimming competition, the athletes are asked to participate to multiples repetitions of maximum effort at the same day, turning important the recovery mode realized between these repetitions. This way, many studies have been made to investigate the best intensity of this recovery, and the effects of different recovery modes (passive, active or combined) in lactate removal. The purpose of this study was to investigate the reproducibility of the rate of lactate removal in swimming using two different types of recovery (passive and active). Nine competitive swimmers (25.47 ± 8.25 years; 71.73 ± 7.94 kg body mass; 179.86 ± 5.40 cm height; $12.83 \pm 3.98\%$ body fat). The athletes performed a 100m swimming maximum effort to determinate the active recovery intensity (60% of the maximum of 100m). To investigate the rate of lactate removal, the athletes performed a 200m swimming max effort, to induce acidosis, and recovered for 30min. The recovery mode of each test ranged between days, being two passive (test and retest) and two active (test and retest), with a rest of 24h between the tests. During these tests the lactate parameters were observed: half time of blood lactate removal ($t_{1/2}$); maximal blood lactate concentration ($[La]_{max}$); time to reach maximal blood lactate removal ($T[La]_{max}$); 200m swimming performance time (T_{200m}). The $t_{1/2}$ means values of passive and active recovery were 16.55 ± 2.82 min e 10.92 ± 4.65 min, respectively, not showing difference between test and retest. However, a low correlation value was shown (passive: $r=0.09$; active: $r=0.45$), not assuming the reproducibility of this variable in both recoveries mode. Although, the mean values were statistically different between modes ($r=0.73$ $p<0.05$), suggesting that the blood lactate was removed faster with active recovery. The $[La]_{max}$ means, for these athletes, were 12.95 ± 2.54 mmol.L⁻¹ for passive recovery e 11.92 ± 2.57 for active recovery, not showing any difference between test and retest and being reproducible in both recovery modes (passive: $r=0.59$ $p=0.03$; active: $r=0.71$ $p=0.01$). The $[La]_{max}$ was statistically higher in passive recovery ($r=0.91$ $p<0,05$), just like the time to reach it ($T[La]_{max}$), were the athletes showed a mean value of 6.58 ± 2.56 min for passive and 4.39 ± 1.27 min for active recovery ($r=0.72$ $p=0.01$). The $T[La]_{max}$ was reproducible just in the passive recovery mode ($r=0.61$ $p<0.05$). Furthermore, the 200m swimming performance could be considered highly reproducible for both recovery modes, showing the mean value of 145.1 ± 12.6 s and 0.98 of correlation ($p<0.0001$). Thus, further investigations verifying the reproducibility of the lactate parameters are recommended, aiming the applicability of these parameters.

Keywords: Active and passive recovery, aerobic and anaerobic metabolism, performance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Gráficos de dispersão entre as variáveis médias obtidas nos modos passivo e ativo.....36

Figura 2. Exemplo representativo da resposta de lactato sanguíneo a partir do lactato pico, para um sujeito na recuperação passiva (A) e na recuperação ativa (B).....37

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Contribuições Relativas de Cada Fase do Metabolismo Energético em Diversas Provas de Natação e Treinamentos de Repetição.....21
- Tabela 2.** Valores descritivos de idade e das variáveis antropométricas.....34
- Tabela 3.** Valores médios e desvios das variáveis obtidas no teste e reteste com recuperação de modo passivo.....35
- Tabela 4.** Valores médios e desvios das variáveis obtidas no teste e reteste com recuperação de modo ativo.....35
- Tabela 5.** Valores médios e desvios das variáveis obtidas nos testes com recuperação de modo passivo e ativo.....36

LISTA DE ABREVIATURAS

[La] – concentração de lactato sanguíneo

[La]_{max} – concentração máxima de lactato no sangue

AcetilCoA – acetilcoenzima A

ADP – adenosina difosfato

ATP – adenosina trifosfato

ATPase – enzima trifosfato de adenosina

CP – creatina fosfato

FAD – flavina adenina dinucleotídeo

GC – gordura corporal

H⁺ – hidrogênio

LL – limiar de lactato

NAD – nicotinamida adenina dinucleotídeo

NAF – fluoreto de sódio

pH – potencial hidrogeniônico

T200m – tempo da *performance* máxima de 200m obtida na piscina

T[La]_{max} – tempo em que a concentração máxima de lactato no sangue foi atingida

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.2 DEFINIÇÃO DE TERMOS.....	15
1.2.1 t $\frac{1}{2}$:	15
1.1.2 Recuperação passiva:	15
1.1.3 Recuperação ativa:.....	15
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 CONTRIBUIÇÕES ENERGÉTICAS PARA A NATAÇÃO.....	17
2.1.1 Metabolismo Não-Aeróbio	17
2.1.2 Metabolismo Anaeróbio	18
2.1.3 Metabolismo Aeróbio.....	19
2.1.4 Contribuições Relativas de Cada Fase do Metabolismo Energético na Natação	20
2.2 FORMAÇÃO DE LACTATO	21
2.3 REMOÇÃO DE LACTATO	22
2.4 INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO NA PRODUÇÃO E REMOÇÃO DE LACTATO.....	23
2.5 RECUPERAÇÃO PASSIVA vs ATIVA.....	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 MODELO DE PESQUISA.....	28
3.2. AMOSTRA.....	28
3.3 COLETA DE DADOS	28
3.4 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS.....	29
3.4.1 Obtenção das variáveis antropométricas	29
3.4.2 Obtenção das variáveis fisiológicas.....	29
3.5 PROCEDIMENTOS DA COLETA DE DADOS	30
3.5.1 Avaliação Antropométrica.....	30
3.5.2 Protocolo para a determinação da intensidade da recuperação ativa	31
3.5.3 Protocolo para determinação do t $\frac{1}{2}$ passivo.....	31
3.5.4 Protocolo para determinação do t $\frac{1}{2}$ ativo	31
3.5.5 Protocolo para verificação da reprodutibilidade do t $\frac{1}{2}$ passivo e ativo	32
3.5.6 Mensuração do lactato sanguíneo.....	32
3.5.7 Cálculo para determinação do t $\frac{1}{2}$	32
3.6 TRATAMENTO DOS DADOS	33
4 RESULTADOS	34
5 DISCUSSÃO	38
6 CONCLUSÃO	44
7 REFERÊNCIAS	45
ANEXO	50

1 INTRODUÇÃO

A natação é um esporte cíclico disputado oficialmente nas distâncias de 50m a 1500m em piscinas. A rotina das competições de natação em piscinas usualmente exige que os nadadores enfrentem várias provas em apenas um dia. Isso pode requerer que o nadador realize provas com pequenos intervalos de recuperação entre elas.

Frequentemente, os nadadores têm realizado uma recuperação ativa, ou seja, nadando nos períodos que sucedem uma prova. Entretanto, essa recuperação é geralmente realizada em uma intensidade e duração definida pelo próprio nadador. Com isso, alguns estudos foram realizados (DENADAI; GUGLIELMO; DENADAI et al., 2000; TOUBEKIS; DOUDA; SAVVAS, 2005; TOUBEKIS et al., 2006; TOUBEKIS et al., 2008; GREENWOOD et al., 2007) com o objetivo de determinar a intensidade ótima para essa recuperação, além de verificar os efeitos do modo de recuperação (passiva vs ativa) sobre a remoção do lactato.

Ao realizar um esforço máximo, como nas provas de natação, ocorre uma produção excessiva de ácido láctico como produto final do metabolismo anaeróbio muscular. Acredita-se que o acúmulo de ácido láctico nos músculos seja um grande precursor para a fadiga durante as provas de natação, devido aos seus efeitos no pH sanguíneo e muscular (EARLE; BAECHLE, 2004). O lactato sanguíneo é removido dos tecidos durante a recuperação, pela sua reconversão em ácido pirúvico e íons de hidrogênio (WILMORE; COSTILL, 2001).

Estudos anteriores indicam que a recuperação ativa é mais eficiente, quando comparada à passiva, para a remoção de lactato do sangue (McMASTER; STODDARD; DUNCAN, 1989; REABURN; MACKINNON, 1990). Entretanto, outras pesquisas mostram que a baixa concentração de lactato no sangue, não está necessariamente associada a uma melhora na *performance* subsequente (FRANCHINI et al., 2003; TOUBEKIS et al., 2006). Isso indica que outros fatores podem influenciar a *performance* após a realização de um esforço capaz de induzir uma acidose metabólica.

O tempo de meia resposta de remoção de lactato sanguíneo ($t_{1/2}$) é um índice que tem sido proposto para avaliar a taxa de remoção do lactato sanguíneo, após um esforço máximo. Este índice representa o tempo necessário

para a concentração de lactato voltar à metade do valor entre o pico de lactato e o valor de repouso (GHARBI et al., 2008). Este e outros parâmetros do lactato, como a concentração máxima de lactato ($[La]_{max}$) e o tempo para atingir a $[La]_{max}$ são pouco investigados na natação, assim como as possíveis diferenças entre os modos de recuperação.

Não foram encontrados estudos que investigassem a reprodutibilidade dessas variáveis de lactato de acordo com o modo de recuperação, em qualquer modalidade. Hopkins (2000) afirma que a consistência do desempenho em um teste é relacionada à reprodutibilidade das medidas sobre múltiplas repetições. Um teste consistente e fidedigno apresenta pequena variação intraindivíduo e alta correlação para teste-reteste. Atkinson e Nevill (1998) salientam que é extremamente importante assegurar que uma medida que faça parte de uma pesquisa ou sustente o controle do rendimento de um atleta seja adequadamente reprodutível e válida.

Uma hipótese deste estudo é que as respostas dos parâmetros do lactato sanguíneo, após um esforço máximo de 200m na natação, sejam reprodutíveis, principalmente para o modo de recuperação passiva.

1.1 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista que a natação é um esporte em que os atletas, durante as competições, realizam várias provas no mesmo dia, muitas vezes com intervalos curtos entre elas (cerca de 15 minutos), torna-se importante o estudo sobre o modo ideal de recuperação (passiva vs ativa), o tempo de recuperação, a intensidade em que deve ser realizada, além da necessidade de levar em consideração o tipo de prova que o atleta irá nadar posteriormente, seja esta predominantemente aeróbia ou anaeróbia. A diferenciação entre os tipos de provas é importante, pois cada uma requer diferentes contribuições do metabolismo energético e, dependendo do quanto as reservas dos substratos musculares foram depletadas, isso pode influenciar na *performance*.

A ausência de estudos que verifiquem a reprodutibilidade dos parâmetros de lactato sanguíneo, após um esforço máximo, em nadadores, por meio da recuperação passiva e ativa, justifica a realização do presente estudo, com o

intuito de realizar posteriores pesquisas, assumindo a reprodutibilidade deste índice fisiológico.

1.2 DEFINIÇÃO DE TERMOS

1.2.1 $t_{1/2}$:

Conceitual: tempo necessário para a concentração de lactato no sangue voltar a 50% do valor entre o pico de concentração e o valor de concentração em repouso (GHARBI et al., 2008).

Operacional: determinado por meio de regressão linear entre o logaritmo do pico de concentração de lactato e seu respectivo tempo de recuperação (DENADAI; GUGLIELMO; DENADAI, 2000).

1.1.2 Recuperação passiva:

Conceitual: postura de ficar sentado ou deitado quietamente (MAGLISHO, 2003).

1.1.3 Recuperação ativa:

Conceitual: exercício moderado durante o processo de recuperação (MAGLISHO, 2003).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a reprodutibilidade do tempo de meia resposta de remoção do lactato sanguíneo ($t_{1/2}$) realizando uma recuperação passiva e ativa, na natação.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar e comparar os valores de $t_{1/2}$ determinados nos dois modos de recuperação, passivo e ativo.

- Determinar o tempo da *performance* máxima de 200 m na natação.

- Verificar a reprodutibilidade da *performance* de 200 m na natação.

- Determinar o valor pico de lactato sanguíneo nos dois modos de recuperação, após uma *performance* máxima de 200 m.

- Verificar a reprodutibilidade do valor pico de lactato sanguíneo, em ambos os modos de recuperação.

- Determinar o tempo para atingir o valor pico de lactato sanguíneo, nos dois modos de recuperação, após uma *performance* de 200 m.

- Verificar a reprodutibilidade do tempo para atingir o valor pico de lactato sanguíneo, em ambos os modos de recuperação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONTRIBUIÇÕES ENERGÉTICAS PARA A NATAÇÃO

As fases do processo metabólico durante o nado são conhecidas como aeróbia e anaeróbia, havendo uma falsa impressão de que ocorrem de forma sequencial. Entretanto, todas as fases metabólicas ocorrem ao mesmo tempo, sendo diferenciadas pela contribuição de cada uma para o exercício. Essa contribuição é determinada de acordo com a velocidade e distância do nado (MAGLISHO, 2003).

2.1.1 Metabolismo Anaeróbio Alático

Durante o metabolismo anaeróbio alático, ocorre a rápida reciclagem de ATP em decorrência da hidrólise de CP e as moléculas de ATP utilizadas são aquelas presentes nas células musculares. Esse estoque é bastante limitado e consegue alimentar a contração muscular por apenas alguns segundos, com isso, a reciclagem de ATP deve ser bastante rápida para que continue havendo a contração muscular durante o exercício.

A capacidade da célula de hidrolisar o ATP anaerobicamente, ou seja, sem a presença de oxigênio, possibilita a rápida liberação de energia para a contração muscular. Ou seja, qualquer movimento corporal pode acontecer imediatamente sem o consumo de oxigênio. Um evento comum na natação que exemplifica essa fase do metabolismo é a prática de prender a respiração durante uma repetição máxima.

Após a hidrólise de CP, um novo composto é formado: o difosfato de adenosina (ADP), catalisado pela enzima ATPase. Essa reação libera um íon fosfato que libera aproximadamente 7,3 kcal de energia química (McARDLE; KATCH; KATCH, 2003), que é parcialmente convertida em energia mecânica e, pode ser aproveitada pela fibra muscular para a realização do trabalho de contração, o restante é convertido em energia térmica.

A eficiência de um nadador depende da porcentagem da energia total empregada para o trabalho (MAGLISHO, 2003). Por exemplo, quando um nadador tem uma eficiência de 14%, isso significa que apenas 14% da energia química liberada foram utilizados para a contração muscular, os 86% restantes foram convertidos em energia térmica. Na natação, a porcentagem de energia térmica é usualmente mais alta se comparada com modalidades realizadas fora do meio líquido, em decorrência da maior necessidade de regulação da temperatura corporal.

Como dito anteriormente, o ADP deve ser reciclado para ATP rapidamente. A maneira mais rápida para isso acontecer é a reinserção do fosfato e da energia livre que se perderam através da divisão do CP. A ligação que conecta a creatina e o fosfato se desfaz liberando então energia e uma molécula de fosfato. O fosfato e a energia se combinam com o ADP e uma nova molécula de ATP pode se formar.

As reservas de fosfato de creatina sofrem depleção quase completa em aproximadamente 10 a 15 segundos, tempo que se aproxima de um tiro de 25 metros na natação, para atletas de base e elite. Após esse período, os processos metabólicos aeróbio e anaeróbio passam a ter uma maior contribuição para o exercício sendo as principais fontes para a reposição de ATP.

2.1.2 Metabolismo Anaeróbio Lático

O metabolismo anaeróbio lático, o qual não ocorre a participação de oxigênio, envolve a liberação de energia por meio da degradação da glicose, processo conhecido como glicólise e da glicogenólise onde o glicogênio, anteriormente armazenado no músculo ou no fígado, é quebrado.

A glicólise produz ácido pirúvico, que, na ausência de oxigênio, quando combinado com íons de hidrogênio (H^+) liberados continuamente da glicose, forma o ácido lático, produto final do metabolismo anaeróbio. Acredita-se que o acúmulo de ácido lático nos músculos seja a principal causa de fadiga, pois altera os níveis de pH. O acúmulo de ácido lático altera o pH muscular deixando-o com valores abaixo de 7,0, ou seja, tornando os fluidos contidos nos músculos ácidos.

Quando isso ocorre, diz-se que a pessoa está sofrendo acidose (MAGLISCHO, 2003).

No processo de acidose, a reciclagem de ATP sofre um retardo, impossibilitando a contração muscular com rapidez e vigor, afetando assim a velocidade do atleta. Essa acidose é mais intensa quando realizados exercícios em altas velocidades, os quais provocam o acúmulo de ácido láctico diminuindo o pH muscular para abaixo de 7,0 em menos de 60 segundos (MAGLISCHO, 2003). Esse tempo aproxima-se da duração de uma prova de 100m de natação e, explica o porquê essa distância constitui o limite superior para competições de curta distância.

2.1.3 Metabolismo Aeróbio

Dentre os sistemas energéticos, este é o mais complexo, onde centenas de etapas estão envolvidas, porém é o que mais produz moléculas de ATP por molécula de glicogênio. Enquanto os demais metabolismos produzem 3 moléculas de ATP por molécula de glicogênio o metabolismo aeróbio produz 36 (WILMORE; COSTILL, 2001). Com isso, o sistema também conhecido como oxidativo é o principal método de produção de energia durante os eventos de *endurance*. Ele envolve três principais formas de liberação de energia: glicólise aeróbia, ciclo de Krebs e cadeia de transporte de elétrons.

A glicólise aeróbia ocorre da mesma maneira que a glicólise anaeróbia, porém, na presença de oxigênio o ácido pirúvico é convertido em um composto chamado acetil coenzima A. Esse composto é completamente oxidado através do ciclo de Krebs, também conhecido como ciclo do ácido cítrico, o qual é o segundo estágio do fracionamento dos carboidratos.

Durante o ciclo de Krebs o substrato de acetil-CoA é degradado formando dióxido de carbono e átomos de hidrogênio dentro das mitocôndrias. O ATP é formado quando os átomos de hidrogênio são oxidados durante o transporte de elétrons - fosforilação oxidativa.

O hidrogênio liberado durante a glicólise e durante o ciclo de Krebs combina-se com duas coenzimas: a NAD e a FAD. Estas transportam os átomos de hidrogênio à cadeia de transporte de elétrons. No final da cadeia, o H⁺

combina-se com o oxigênio para formar água e, dessa forma, impede a acidose (WILMORE; COSTILL, 2001).

Os elétrons que foram separados do hidrogênio passam por uma série de reações e, em última instância, fornecem energia para a fosforilação da ADP e, conseqüentemente, forma a molécula de ATP.

2.1.4 Contribuições Relativas de Cada Fase do Metabolismo Energético na Natação

A Tabela 1, adaptada de Maglisho (2003), apresenta valores que estimam as contribuições das diferentes fases do metabolismo energético durante a competição e o treinamento na natação.

Observa-se que nas provas de 25 m, 50 m e 100 m o metabolismo anaeróbio é o maior contribuinte energético, a partir da prova de 200 m, o metabolismo aeróbio começa a ter uma maior participação. Além disso, verifica-se que em todas as provas ambos os sistemas energéticos (aeróbio e anaeróbio) estão presentes e, ocorrem ao mesmo tempo, porém, dependendo da duração e intensidade da prova, apresenta uma contribuição maior ou menor.

Tabela 1. Contribuições Relativas de Cada Fase do Metabolismo Energético em Diversas Provas de Natação e Treinamentos de Repetição

Tempos de Competição	Distâncias de Provas	Metabolismo Anaeróbio		Metabolismo Aeróbio	
		Alático (%)	Lático (%)	Met. da Glicose (%)	Met. das Gorduras (%)
10 – 15 s	25 m	80	20	Desp.	Desp.
19 – 30 s	50 m	50	48	2	Desp.
40 – 60 s	100 m	25	65	10	Desp.
1,5 – 2 min	200 m	10	60	25	Desp.
2 – 3 min	200 m	10	50	40	Desp.
4 – 6 min	400 m	5	45	50	Desp.
7 – 10 min	800 m	5	30	60	5
10 – 12 min	1000 m	4	25	65	6
14 – 22 min	1500 m	2	20	70	8

Desp. = desprezível; Met.= metabolismo

Fonte: Adaptado de Maglisho, 2003

2.2 FORMAÇÃO DE LACTATO

Como visto anteriormente o lactato é formado quando não há a presença de oxigênio na glicólise anunciando o início do metabolismo anaeróbio.

Qualquer molécula de lactato, assim formada, será oxidada diretamente nas fibras musculares com uma alta capacidade oxidativa ou nos tecidos mais distantes, como o coração. Com isso, o lactato não se acumula, pois o seu ritmo de remoção é o mesmo que o de produção. Atletas de *endurance* apresentam maior capacidade de eliminação de lactato durante o exercício (McARDLE; KATCH; KATCH, 2003) como resposta ao treinamento do metabolismo aeróbio.

É importante lembrar que o lactato não é o principal responsável pela fadiga em todos os tipos de exercício. O lactato acumula-se no músculo apenas durante um esforço curto de alta intensidade. Um exemplo prático são os maratonistas que, apesar de sua exaustão após a corrida, apresentam valores de

concentração de lactato próximos aos de repouso, variando de 1mm.L^{-1} a $2,5\text{mm.L}^{-1}$ (WILMORE; COSTILL, 2001). Corridas, ciclismo e natação de curta duração (*sprints*) acarretam em um grande acúmulo de ácido láctico que, ao não ser eliminado, se dissocia, transformando-se em lactato e causando um acúmulo de íons de hidrogênio que provocará a acidose muscular e metabólica.

2.3 REMOÇÃO DE LACTATO

Parte de todo o lactato produzido é utilizada como substrato de energia especialmente nas fibras musculares de Tipo I e nas fibras do músculo cardíaco (EARLE; BAECHLE, 2004). As fibras do Tipo I são conhecidas também como fibras vermelhas ou lentas. Essas fibras têm grande força e baixa velocidade de contração e funcionam aerobicamente, resistindo mais à fadiga. Além disso, o lactato também é utilizado na gluconeogênese, formação de glicose por meio de conversão de compostos aglicanos (não açúcares e não carboidratos), durante exercícios de longa duração e durante a recuperação.

Concentrações de lactato no sangue refletem o balanço entre a produção de ácido láctico e a remoção. O lactato pode ser removido por oxidação no interior das fibras musculares nas quais foi produzido, ou pode ser transportado no sangue para outras fibras musculares para ser oxidado (MAZZEO et al., 1986). O lactato também pode ser transportado no sangue para o fígado onde é convertido em glicose.

Normalmente a concentração de lactato no sangue, em condições de repouso, é baixa, apresentando valores comuns de aproximadamente $0,5$ a $2,2\text{mmol.L}^{-1}$ (GREENWOOD et al., 2007) e com o aumento da intensidade do exercício esses valores ficam mais elevados (ROZENEK; ROSENAU; STONE, 1993).

Gollnick, Bayly e Hodgson (1986) relataram que as concentrações de lactato no sangue normalmente retornam aos valores de pré-exercício dentro de aproximadamente uma hora após o final do exercício. O tempo necessário para remover 50% de todo o lactato produzido é conhecido como $t_{1/2}$. Esse $t_{1/2}$ pode ser calculado por meio da regressão linear entre o logaritmo da concentração de

lactato e seu respectivo tempo de recuperação (DENADAI; GUGLIELMO; DENADAI, 2000).

Atividades de baixa intensidade durante a recuperação mostraram ajudar na remoção do lactato do sangue (GOLLNICK; BAYLY; HODGSON, 1986; FREUND; GENDRY, 1978) e pessoas treinadas, seja aerobica ou anaerobicamente, apresentam remoção de lactato mais rápida quando comparadas a pessoas não treinadas (EARLE; BAECHLE, 2004). Mesmo havendo uma liberação 3 a 4 vezes maior de lactato pelo músculo durante um exercício submáximo, quando comparado ao repouso, não há um aumento do lactato no sangue na intensidade do limiar anaeróbio (DONOVAN; BROOKS, 1983). Este fato pode ser justificado pelo aumento da capacidade de remoção que ocorre durante o exercício, em comparação aos valores de repouso (DONOVAN; BROOKS, 1983).

2.4 INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO NA PRODUÇÃO E REMOÇÃO DE LACTATO

O tipo de treinamento pode alterar significativamente as respostas de produção e remoção de lactato de um grupo muscular, sem que haja alterações significativas nos valores de VO_{2max} (FARINATTI; MONTEIRO, 1992). Pode-se, assim, existir dois indivíduos com a mesma capacidade máxima de consumo de O_2 que, trabalhando numa mesma intensidade relativa de consumo, tenham concentrações diferentes de lactato sanguíneo.

A capacidade de produzir altas concentrações de ácido láctico no exercício máximo aumenta com um "treinamento anaeróbico" específico, sendo reduzido subsequentemente com o destreinamento (FOSS; KETEYIAN, 2000). Atletas bem treinados demonstraram que, após realizarem um exercício máximo de curta duração, a concentração de lactato no sangue é de 20 a 30% mais alta que nos indivíduos destreinados sob circunstâncias semelhantes (ASTRAND; RODAHL, 1980). O mecanismo exato para essa resposta ainda não é claro, porém uma explicação são as adaptações fisiológicas que o treinamento provoca devido aos estímulos dados, como por exemplo, um aumento de aproximadamente 20% nas enzimas envolvidas na glicólise, mais especificamente a fosfofrutocinase,

observado como resultado do treinamento tipo anaeróbico (ASTRAND; RODAHL, 1980).

Com isso, é possível dizer que quanto mais treinado for o sistema anaeróbico do indivíduo, maiores serão os níveis de lactato produzidos em um esforço máximo. Por exemplo, se o atleta consegue aumentar a quantidade de lactato produzida sob um esforço máximo de 10 mmol.L⁻¹ para 13 mmol.L⁻¹, considerando condições iguais, o mesmo atleta será capaz de completar uma certa distância em tempo menor. Ou seja, se o objetivo é o treinamento do sistema anaeróbico, a quantidade de lactato produzida é indicativa do sucesso do treinamento ou série específica (EARLE; BAECHLE, 2004).

Quando o treinamento é voltado para o sistema aeróbico, o objetivo é que o atleta acumule menos lactato no sangue, demonstrando uma melhora na participação deste metabolismo na prova (FOSS; KETEVIAN, 2000). Esse tipo de treinamento é voltado para atletas de *endurance*, ou seja, atletas de provas longas, nas quais o metabolismo aeróbico é o principal contribuinte.

O treinamento de *endurance* acelera o processo de remoção do lactato através de diversas adaptações. Uma delas é o aumento da densidade de mitocôndrias nas células, pois elas são as responsáveis por converter piruvato em energia. Quanto mais mitocôndrias houver nas células, maior será a capacidade da célula de utilizar o piruvato como fonte energética.

Fibras do Tipo I, ou fibras vermelhas, apresentam maior número de mitocôndrias quando comparadas às fibras de Tipo IIa, ou fibras brancas (McARDLE; KATCH; KATCH, 2003). Nas fibras Tipo IIb há um menor número ainda de mitocôndrias, porém, como efeito do treinamento de *endurance*, muitas destas são convertidas em fibras do Tipo IIa (WILLMORE; COSTILL, 2001). Tendo em vista que o lactato é a principal fonte energética para as fibras musculares do Tipo II, esta adaptação ao treinamento provocará uma redução na produção de lactato.

Outra resposta fisiológica ao treinamento aeróbico é o aumento da densidade capilar muscular, o que ajuda no processo de remoção e distribuição do lactato (MESSONNIER et al., 2006). O aumento da capilarização do músculo permite que o lactato seja transportado do músculo para o fluxo sanguíneo, para então ser transportado para células que converterão este lactato em piruvato

novamente, para que seja utilizado em forma de energia (EARLE; BAECHLE, 2004).

O aumento do número de enzimas que ajudam na produção de energia aeróbia, também é uma resposta ao treinamento aeróbio. Este aumento auxilia a conversão do lactato em piruvato e vice e versa, além de acelerar este processo (McARDLE; KATCH; KATCH, 2003).

Essas são algumas respostas ao treinamento aeróbio que influenciam diretamente o processo de remoção do lactato sanguíneo tornando-a mais rápida para melhor *performance* do atleta.

2.5 RECUPERAÇÃO PASSIVA vs ATIVA

O modo de recuperação é particularmente importante em eventos que atletas realizam mais de uma prova no mesmo dia, como uma competição de natação.

A recuperação pode ser ativa, passiva ou combinada, sendo que a ativa consiste em um exercício submáximo contínuo após o exercício máximo (SPIERER et al., 2004). Já a passiva consiste em ficar sentado ou deitado em estado de relaxamento (MAGLISHO, 2003). A recuperação combinada associa os dois modos de recuperação, passiva e ativa, podendo ser realizada em diferentes intensidades.

De acordo com McArdle, Katch e Katch (2003), durante a recuperação ativa, o indivíduo realiza o exercício submáximo, por acreditar que a atividade física contínua previne de alguma forma as câibras e/ou a rigidez muscular e facilita a rigidez global. Já na recuperação passiva, o indivíduo acredita na economia de reservas por estar parado.

Estudos têm demonstrado que, ao realizar recuperação ativa após um exercício extenuante, ocorre uma diminuição mais rápida da concentração do lactato sanguíneo (McMASTER; STODDARD; DUNCAN, 1989; REABURN; MACKINNON, 1990; SPENCER et al., 2006) . A identificação de uma ótima intensidade de exercício de recuperação tem sido alvo de várias pesquisas (TOUBEKIS et al., 2006; MESSONIER et al., 2006; GREENWOOD et al., 2007), apresentando resultados conflitantes. Estudos mostram o valor da intensidade

ótima com uma variação de 22 - 70% do VO_{2max} (HENIANSEN; STENSVOLD, 1972; JACOBS, 1986).

Quando um exercício de leve a moderado é realizado durante a recuperação, há um aumento da circulação sanguínea e, dessa forma, mais ácido láctico pode ser removido dos músculos em menor tempo. Entretanto, se essa recuperação for realizada a uma intensidade alta, mais ácido láctico será produzido, dificultando a sua remoção.

Um estudo realizado por Hermansen e Stensvold (1972) mostrou que a maior velocidade de remoção de lactato durante a recuperação ativa é alcançada quando a intensidade do exercício é de aproximadamente de 70% do VO_{2max} . Porém, para a natação, este índice não é muito utilizado, tendo em vista a difícil mensuração do VO_{2max} dentro d'água e possíveis alterações fisiológicas que ocorrem em exercícios realizados na piscina, devido a fatores externos como pressão hidrostática, temperatura da água, posicionamento do corpo durante o nado, entre outros (MAGLISHO, 2003; WILMORE; COSTILL, 2001). Com isso, pesquisadores têm proposto, para a natação, a prescrição do treinamento baseada nas respostas do lactato sanguíneo.

Em um estudo realizado por McLellan e Skinner (1982) a intensidade da recuperação ativa em que o $t_{1/2}$ foi o menor quando comparada à recuperação passiva, ou seja, onde a remoção do lactato foi mais rápida, foi na intensidade do limiar anaeróbio, também conhecido como limiar de lactato (LL). Esses dados se assemelham com os encontrados no estudo de Greenwood et al. (2007), no qual afirmam que a intensidade ótima desta recuperação ocorre quando associada ao limiar de lactato, tendo em vista que este limiar está associado a uma velocidade que deveria promover remoção máxima deste substrato no sangue sem acúmulo do mesmo.

De acordo com Willmore e Costill (2001), o limiar de lactato é definido como o ponto no qual o lactato sérico começa a acumular além dos valores de base ($\Delta 1 \text{ mmol.L}^{-1}$) durante o exercício de intensidade crescente. Este LL representa aproximadamente 50 – 80% do VO_{2max} , dependendo do nível de treinamento do indivíduo (McARDLE; KATCH; KATCH, 2003; WILLMORE; COSTILL, 2001).

Em um estudo realizado por Carzola, Dufort e Cervetti, (1983), os nadadores tiveram uma recuperação mais rápida quando nadaram a 60% de sua velocidade máxima de 100m, indicando que essa seria a melhor intensidade para a recuperação na natação. Utilizando essa intensidade em seu estudo com nadadores de elite, Toubekis et al. (2006) verificaram que esta porcentagem corresponde a aproximadamente 50% do VO_{2max} , o que explica o fato de ser a melhor intensidade para a recuperação, pois esse percentual se aproxima da intensidade do limiar de lactato.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MODELO DE PESQUISA

De acordo com Thomas e Nelson (2002), esse estudo é classificado como pesquisa descritiva correlacional, tendo em vista que explora as relações que existem entre variáveis.

O delineamento básico desse tipo de pesquisa caracteriza-se pela coleta de dados sobre duas ou mais variáveis nos mesmos sujeitos a fim de determinar as relações entre as mesmas

3.2. AMOSTRA

A seleção da amostra foi do tipo intencional, sendo composta por oito nadadores do sexo masculino e uma do sexo feminino, totalizando nove atletas ($25,47 \pm 8,25$ anos; $71,73 \pm 7,94$ kg de massa corporal; $179,86 \pm 5,40$ cm de estatura; $12,83 \pm 3,98\%$ de gordura corporal) da equipe de natação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Esses atletas praticavam a modalidade há no mínimo cinco anos, de forma competitiva, e estavam envolvidos em um programa de treinamento de cinco vezes por semana com um volume médio semanal de 25 mil metros.

O principal objetivo desse programa de treinamento é a melhoria da capacidade aeróbia e da *performance*, principalmente em competições de longa distância e travessias. No momento em que foi realizada a coleta de dados, os atletas estavam em fase de polimento.

3.3 COLETA DE DADOS

As avaliações antropométricas foram realizadas no Laboratório de Esforço Físico (LAEF) localizado no Centro de Desportos (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina.

Os testes para a verificação da reprodutibilidade da taxa de remoção do lactato sanguíneo foram realizados na piscina de 25m da UFSC, localizada no complexo aquático do CDS.

3.4 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS

3.4.1 Obtenção das variáveis antropométricas

Para a mensuração da massa corporal (kg) foi utilizada uma balança eletrônica precisão de 0,1 kg da marca TOLEDO[®]. A estatura (cm) foi medida no estadiômetro com precisão de 1 mm da marca SANNY[®]. Para a mensuração do percentual de gordura corporal (%GC) foram realizadas as medidas de espessuras de sete dobras cutâneas (tríceps, bíceps, subescapular, suprailíaca, abdômen, coxa e panturrilha média) para o sexo masculino e quatro dobras cutâneas (tríceps, subescapular, suprailíaca e panturrilha média) para o sexo feminino, com um adipômetro científico com precisão de 1 mm da marca CESCORF[®].

3.4.2 Obtenção das variáveis fisiológicas

A leitura das concentrações de lactato sanguíneo foi determinada por meio do sangue coletado no lóbulo da orelha. O sangue foi coletado por um capilar heparinizado e foi posteriormente armazenado em microtúbulos de polietileno com fluoreto de sódico com tampa (tipo Eppendorff). Em seguida a leitura foi realizada pelo analisador eletroquímico (precisão de 2%) YSI 2700 modelo STAT SELECT. O aparelho foi calibrado antes da realização da leitura através do uso de uma solução de concentração conhecida ($0,50 \text{ g.L}^{-1}$), conforme determina o fabricante (YSY Incorporate).

3.5 PROCEDIMENTOS DA COLETA DE DADOS

Este estudo foi submetido e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos da UFSC (protocolo nº 722/331555). No primeiro dia os atletas compareceram ao LAEF e foram esclarecidos sobre os objetivos e a metodologia da pesquisa, para posterior assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, concordando assim em participar do estudo.

Após assinatura, os sujeitos foram submetidos à avaliação antropométrica em que foram mensuradas as variáveis: estatura, massa corporal, dobras cutâneas e circunferências.

Posteriormente, os atletas realizaram os testes, com no mínimo 24 horas de intervalo entre eles, sempre precedidos de um aquecimento padronizado em uma intensidade moderada e com volume de aproximadamente 1500 m que consistiu em: 600 m à vontade + 200 m perna + 400 m braço + 200 m educativo + 100 m à vontade.

3.5.1 Avaliação Antropométrica

Para a avaliação antropométrica foram realizadas medidas de massa corporal, estatura e dobras cutâneas. Para a medição das dobras cutâneas, foram seguidas as padronizações de Benedetti, Pinho e Ramos (2003). A densidade corporal (DC) foi estimada pela equação específica para atletas de Withers et al. (1987):

Homens:

- $DC = 1,0988 - 0,0004(X_1)$

Onde $X_1 = \sum 7$ dobras cutâneas (tríceps, subescapular, bíceps, suprailíaca, abdominal, coxa anterior e panturrilha média, em mm)

Mulheres:

- $DC = 1,17484 - 0,07229 (\log_{10} X_1)$

Onde $X_1 = \sum 4$ dobras cutâneas (tríceps, subescapular, suprailíaca e panturrilha média, em mm)

Para o cálculo da gordura corporal foi utilizada a equação de regressão de Siri (1961):

- %Gordura corporal = $(495 / DC) - 450$

Onde DC= densidade corporal

3.5.2 Protocolo para a determinação da intensidade da recuperação ativa

A recuperação ativa foi estabelecida como a velocidade referente a 60% da velocidade máxima de 100m (CARZOLA; DUFORT; CERVETTI, 1983). Para a determinação da *performance* de 100m, foi realizado previamente um aquecimento padronizado de 1500 m, no estilo crawl, que consistiu em: 600 m à vontade + 200 m perna + 400 m braço + 200 m educativo + 100 m à vontade.

3.5.3 Protocolo para determinação do $t_{1/2}$ passivo

Para determinação do $t_{1/2}$ passivo, os sujeitos foram submetidos, após aquecimento padronizado, a uma *performance* máxima de 200 m a fim de induzir a acidose metabólica, ou seja, acúmulo de lactato no sangue. Após a realização desta *performance*, os sujeitos permaneceram fora da água, sentados em uma cadeira por um período de 30 min, caracterizando assim a recuperação passiva.

Durante a recuperação, foi coletado sangue do lóbulo da orelha, para dosagem do lactato sanguíneo, nos minutos 1, 3, 5, 7, 9, 12, 17, 25 e 30.

3.5.4 Protocolo para determinação do $t_{1/2}$ ativo

O protocolo para determinação do $t_{1/2}$ ativo procedeu do mesmo modo que o protocolo para determinação do $t_{1/2}$ passivo, porém, após a *performance* máxima de 200 m, os sujeitos nadaram a uma intensidade de 60% da *performance* máxima de 100m, caracterizando a recuperação ativa (TOUBEKIS;

DOUDA; SAVVAS, 2005, TOUBEKIS et al., 2006; TOUBEKIS et al., 2008; CARZOLA; DUFORT; CERVETTI, 1983).

Durante a recuperação, os atletas, sem sair da piscina, fizeram um intervalo mínimo (± 30 s) para a coleta de sangue do lóbulo da orelha nas distâncias (m): 100; 200; 300; 400; 550; 850 e no minuto 30 da recuperação

3.5.5 Protocolo para verificação da reprodutibilidade do $t_{1/2}$ passivo e ativo

Com um intervalo mínimo de 24h, os atletas realizaram os mesmos testes duas vezes, ou seja, teste e reteste de cada modo (passivo e ativo). A ordem de realização dos testes foi aleatória.

3.5.6 Mensuração do lactato sanguíneo

O lactato sanguíneo foi coletado do lóbulo da orelha, utilizando 25 μ L de sangue em capilar heparinizado, o qual foi imediatamente transferido para microtubos de polietileno com tampa (tipo *Eppendorf*) de 1,5mL, contendo 50 μ L de solução de fluoreto de sódio (NAF) 1% e armazenado em gelo. A análise do lactato foi realizada por intermédio de um analisador bioquímico (YSI, modelo 2700 *SELECT*).

3.5.7 Cálculo para determinação do $t_{1/2}$

O cálculo para determinação do $t_{1/2}$ foi realizado por meio da análise da regressão não linear (Figura 2) utilizando os recursos do sistema operacional GraphPad Prism[®]. Para o ajuste da curva, foi utilizado o valor da $[La]_{max}$ como o tempo zero e foi assumida uma linha de base (platô) no valor de 1 mmol.L⁻¹ (McLELLAN; SKINNER, 1982).

A equação abaixo representa o ajuste de decaimento exponencial utilizada para verificar a remoção do lactato sanguíneo.

Equação:

- $Y = (Y_0 - \text{Platô}) * \exp(-K * X) + \text{Platô}$

Onde: $Y = [\text{Lac}]$ (mmol.L⁻¹); $Y_0 = [\text{La}]_{\text{max}}$ (mmol.L⁻¹); $X =$ tempo (min); $K =$ constante de decaimento; $\text{Platô} =$ linha de base (1 mmol.L⁻¹).

3.6 TRATAMENTO DOS DADOS

Inicialmente foi realizado o teste de Shapiro-Wilk, para verificar a normalidade dos dados. Para comparação entre as variáveis obtidas (T200m, $[\text{Lac}]_{\text{max}}$, $T[\text{La}]_{\text{max}}$, $t_{1/2}$) no teste e reteste em cada condição (passivo e ativo) foi realizado um teste “t” pareado, já que os dados apresentaram distribuição normal.

Afim, de verificar a correlação entre as medidas no teste e reteste utilizou-se o coeficiente de correlação intraclass. Para testar a correlação entre as variáveis dos modos passivo e ativo foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson. O *software* GraphPad Prism[®] foi utilizado para realizar as análises.

O erro típico de medida (ETM) foi calculado para cada parâmetro analisado, entre o teste e reteste. O ETM foi obtido a partir do desvio padrão da diferença entre o teste-reteste, dividido pela $\sqrt{2}$. O coeficiente de variação (CV) do ETM foi calculado para expressar o percentual em que representou da média.

Para todos os testes o valor de “p” considerado foi de 0,05.

4 RESULTADOS

A tabela 2 apresenta os valores médios e desvio padrão das variáveis de caracterização do grupo de nove atletas de natação estudados, correspondentes à idade (anos), estatura (cm), massa corporal (kg) e ao percentual de gordura corporal (%GC).

Tabela 2 - Valores descritivos de idade e das variáveis antropométricas

n=9	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)	Percentual de gordura corporal (%GC)
Média	25,48	71,73	179,86	12,83
DP	8,25	7,94	5,40	3,98
CV	32,39	11,07	3,00	31,01

CV = coeficiente de variação; DP = desvio padrão; n = tamanho da amostra.

Nas tabelas 3 e 4 estão apresentados os valores correspondentes ao modo passivo e ativo respectivamente, das quatro variáveis estudadas (T200m, T[La]_{max}, [La]_{max} e t_{1/2}). Observa-se que os valores médios não foram diferentes quando comparadas ao teste e reteste nos dois modos de recuperação. Porém, as correlações obtidas foram diferentes em cada modo de recuperação.

Ao analisar o ETM e o CV referente a esta medida, verifica-se a grande diferença de reprodutibilidade da performance e das variáveis obtidas pela resposta do lactato sanguíneo, entre o teste e reteste.

Tabela 3. Valores médios e desvios das variáveis obtidas no teste e reteste com recuperação de modo passivo.

	T200m (min)		T [La] _{max} (min)		[La] _{max} (mmol.L ⁻¹)		t ½ (min)	
	Teste	Reteste	Teste	Reteste	Teste	Reteste	Teste	Reteste
Média	2,42	2,42	6,50	6,67	13,05	12,84	16,06	17,05
DP	0,19	0,22	2,69	3,00	2,60	3,06	4,79	2,45
ETM		0,03		1,78		1,8		3,6
CV		1,2%		27%		14%		37%
r		0,98**		0,61*		0,59*		0,09

DP = desvio padrão; ETM = erro típico de medida; CV = coeficiente de variação do ETM; r = coeficiente de correlação intraclassa; *p<0,05 em relação ao teste; **p<0,001 em relação ao teste.

Tabela 4. Valores médios e desvios das variáveis obtidas no teste e reteste com recuperação de modo ativo.

	T200m (min)		T [La] _{max} (min)		[La] _{max} (mmol.L ⁻¹)		t ½ (min)	
	Teste	Reteste	Teste	Reteste	Teste	Reteste	Teste	Reteste
Média	2,42	2,42	4,32	4,46	11,69	12,14	10,45	11,39
DP	0,22	0,24	1,93	1,14	3,03	2,49	6,17	4,63
ETM		0,05		1,35		1,48		4,0
CV		2%		38%		12%		37%
r		0,95**		0,27		0,71*		0,45

DP = desvio padrão; ETM = erro típico de medida; CV = coeficiente de variação do ETM; r = coeficiente de correlação intraclassa; *p<0,05 em relação ao teste; **p<0,001 em relação ao teste.

Quando foram comparadas as variáveis entre os modos de recuperação (passiva vs. ativa), foi encontrada diferença significativa entre todos os parâmetros de lactato sanguíneo, mas não para a *performance*. Todos os parâmetros (T[La]_{max}, [La]_{max} e t½) foram menores quando realizada a recuperação ativa em relação à passiva (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios e desvios das variáveis obtidas nos testes com recuperação de modo passivo e ativo.

	T200m (min)		T [La] _{max} (min)		[La] _{max} (mmol.L ⁻¹)		t _{1/2} (min)	
	Pas.	Ati.	Pas.	Ati.	Pas.	Ati.	Pas.	Ati.
Média	2,42	2,42	6,58	4,39*	12,95	11,92*	16,55	10,92*
DP	0,21	0,23	2,56	1,27	2,54	2,57	2,82	4,65
CV	8,62	9,29	38,82	28,83	19,59	21,54	17,01	42,59
r	0,98***		0,72**		0,91**		0,73**	

Pas.= passivo; Ati.= ativo;

CV = coeficiente de variação; DP = desvio padrão; r = coeficiente de correlação de Pearson;

*p<0,05 em relação ao passivo; **p<0,05; ***p<0,001.

A figura 1 mostra os gráficos de dispersão das variáveis médias obtidas no modo passivo e ativo, além do coeficiente de correlação (r) entre os modos. Verifica-se que a variável que apresentou maior coeficiente de correlação (0,98) foi o tempo da *performance* de 200 m. Como mostrado na tabela 5, todas as variáveis estudadas, quando comparadas entre o modo passivo e ativo, apresentaram valores de correlação significativos. A variável que teve a correlação mais baixa (0,57) entre os modos foi a T[La]_{max}.

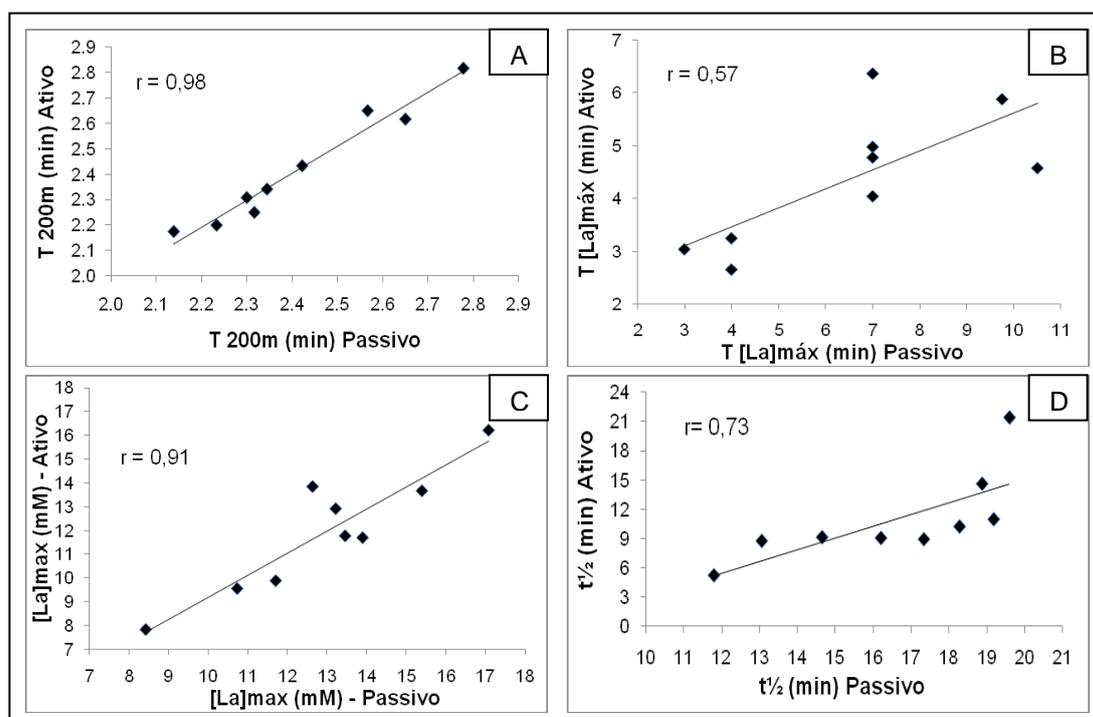


Figura 1- Gráficos de dispersão entre as variáveis médias obtidas nos modos passivo e ativo. A= *Performance* de 200m; B= Tempo em que foi atingida a [La]_{max}; C= Concentração máxima de lactato ([La]_{max}); D= Valores de t_{1/2}.

A figura 2 mostra uma representação gráfica da curva de remoção de lactato nos dois modos de recuperação passivo e ativo, para um sujeito.

A equação apresentada refere-se ao ajuste de decaimento realizado.

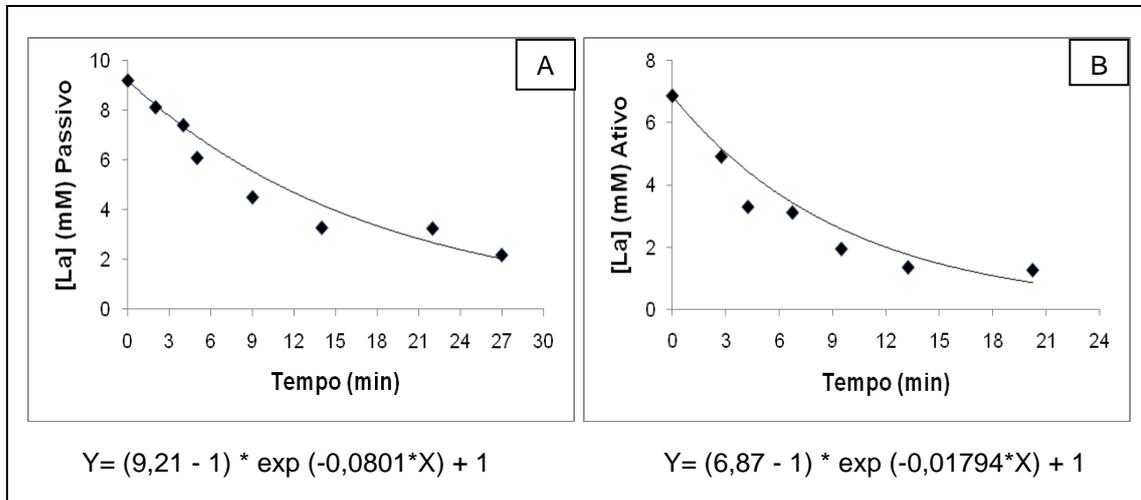


Figura 2. Exemplo representativo da resposta de lactato sanguíneo a partir do lactato pico, para um sujeito na recuperação passiva (A) e na recuperação ativa (B).

5 DISCUSSÃO

O principal objetivo do presente estudo foi verificar a reprodutibilidade da taxa de remoção do lactato sanguíneo ($t_{1/2}$) na natação. Para o nosso conhecimento este é o primeiro estudo que analisou a reprodutibilidade desta variável.

Os resultados encontrados mostram que, apesar dos valores de $t_{1/2}$ não terem sido diferentes entre teste e reteste, em ambos os modos de recuperação (passivo e ativo), apresentaram baixos valores de correlação. Hopkins (2000) sugere que, para complementar as informações sobre reprodutibilidade de uma medida, deve-se utilizar, além da análise das médias e da correlação, o erro típico de medida, que no presente estudo foi de 3,6 min (CV = 22%) para o modo passivo e 4,0 min (CV = 37%) para o modo ativo de recuperação. Assim, ao observar os achados do presente estudo, percebe-se que os valores elevados do CV, em ambos os modos, sugerem que o $t_{1/2}$ de lactato não apresenta uma boa reprodutibilidade intraindividual, considerando a amostra e a modalidade analisadas, rejeitando, dessa forma a hipótese principal desse estudo.

Entretanto, quando comparadas as médias do teste e reteste entre os modos de recuperação, os valores de $t_{1/2}$ apresentaram diferença e correlação significativas entre si (Figura 1D). Em relação aos valores médios encontrados nos dois modos de recuperação, observa-se uma taxa de remoção do lactato sanguíneo durante a recuperação passiva significativamente menor que a ativa (16,55min e 10,92 min, respectivamente), como era de se esperar. É importante ressaltar que, são poucos os estudos que relatam valores de $t_{1/2}$ na natação.

Os achados do presente estudo foram menores que os encontrados por Reaburn e Mackinnon (1990) que, ao estudarem nadadores com idade entre 25 e 35 anos, verificaram valores de $t_{1/2}$ passivo e ativo de 24,65 e 12,55 min, respectivamente. Essa diferença, principalmente no modo passivo, pode ser explicada pela duração da recuperação utilizada, pela forma como foi calculado o $t_{1/2}$, e ainda a forma de indução de acidose diferente entre os estudos. No presente estudo foi utilizada uma repetição máxima de 200m, enquanto na referida pesquisa utilizou-se uma repetição máxima de 100m. A recuperação no presente estudo foi de 30 min enquanto na pesquisa de Reaburn e Mackinnon

(1990) foram coletadas amostras de sangue durante 60 min de recuperação. Este fator pode ocasionar uma diferença de valores, pois, para o cálculo do $t_{1/2}$ foi assumido um valor fixo de base da concentração de lactato de 1 mmol.L^{-1} , enquanto na pesquisa referida o valor da coleta no minuto 60 foi assumido, com isso acredita-se que o valor de base assumido por Reaburn e Mackinnon foi superior a 1 mmol.L^{-1} , influenciando diretamente no valor calculado do $t_{1/2}$.

Em relação ao cálculo do $t_{1/2}$, um ajuste não linear (decaimento de uma fase) foi utilizado no presente estudo, enquanto Reaburn e Mackinnon (1990) utilizaram um ajuste linear a partir dos valores de lactato transformados logaritmicamente. É importante ressaltar que no estudo a qual estão sendo comparados os valores de $t_{1/2}$ foi utilizado uma amostra de apenas 4 nadadores para cada grupo de faixa etária, o que torna mais uma vez limitadas as possíveis comparações.

Gharbi et al. (2008) realizaram um estudo com estudantes ativos e também verificaram um baixo valor médio de $t_{1/2}$ (8,80 min) quando realizada uma recuperação ativa, na forma de corrida, a 30% do $\text{VO}_{2\text{max}}$ de cada indivíduo. Entretanto, analisando as respostas do lactato em ciclistas nos diferentes modos e intensidades de recuperação, McLellan e Skinner (1982) encontraram valores médios de $t_{1/2}$ passivo (17,4 min) e ativo (10,9 min) semelhantes aos do presente estudo, apesar de ter sido utilizado o ciclismo como modelo experimental, onde o recrutamento muscular e a posição do corpo, durante o exercício, são diferentes quando comparado à natação.

O fato dos valores encontrados serem próximos pode ser explicado pela intensidade em que a recuperação ativa foi realizada e como o cálculo do $t_{1/2}$ foi realizado. Em ambos os estudos uma intensidade próxima ao limiar de lactato foi utilizado como referência para a determinação da intensidade da recuperação e, para o cálculo do $t_{1/2}$, foi assumida uma linha de base de 1 mmol.L^{-1} de lactato sanguíneo. Somado a isso, Denadai, Guglielmo e Denadai (2000) demonstraram que ambos, tanto o $t_{1/2}$ passivo quanto o ativo, independem do modo de exercício de recuperação (corrida ou natação), sendo sempre maior para o modo passivo. Os autores sugerem que o aumento da eficiência da remoção do lactato sanguíneo, observado na recuperação ativa, acontece devido ao aumento do fluxo sanguíneo, facilitando o transporte do lactato para músculos, órgãos e

células que o utilizarão em forma de substrato energético (McARDLE, KATCH, KATCH, 2003).

O presente estudo também teve como objetivo verificar a reprodutibilidade da *performance* de 200m e das demais variáveis obtidas a partir da medida do lactato sanguíneo. Em relação à $[La]_{max}$, é possível afirmar que, em ambos os modos de recuperação (passivo e ativo), esta medida é reprodutível na natação, considerando a amostra estudada. Franchini et al. (2001) também testaram a reprodutibilidade desta variável em ambos os modos de recuperação, com atletas de judô e encontraram que para a amostra em estudo, não foi reprodutível. Os atletas recuperaram passiva ou ativamente durante 15 min após uma luta. Para esse estudo a $[La]_{max}$, após as lutas, apresentou baixa correlação ($r=0,46$), embora não houvesse diferença desta variável entre os dois modos de recuperação (passivo= $10,0 \text{ mmol.L}^{-1}$ e ativo= $10,3 \text{ mmol.L}^{-1}$). É importante ressaltar que, na literatura consultada, não foram encontrados outros estudos que verificassem a reprodutibilidade da $[La]_{max}$.

Cielski et al. (2008), objetivando analisar a relação entre o limiar anaeróbio e as constantes representantes da taxa de liberação e de remoção do lactato sanguíneo, após atividade de alta intensidade e curta duração, realizaram uma pesquisa com atletas de diferentes modalidades (atletismo, jiu-jitsu, punhobol, triathlon). Os atletas, após realizarem recuperação passiva, precedida de um teste máximo de corrida de 200m, apresentaram valores médios do pico de lactato de $11,4 \pm 1,1 \text{ mmol.L}^{-1}$. Esse valor é ligeiramente menor que o encontrado no presente estudo, para a natação ($12,95 \pm 2,54 \text{ mmol.L}^{-1}$), apesar dos tempos de execução dos esforços terem sido diferentes.

Entretanto, um estudo realizado por Bret et al. (2003) com corredores de elite de curta distância (100 – 400 m) mostrou valor semelhante ($12,43 \pm 0,41 \text{ mmol.L}^{-1}$). A mensuração do lactato sanguíneo nesse estudo foi realizada logo após uma corrida a $25,2 \text{ km.h}^{-1}$ com duração de um minuto. Entretanto, na pesquisa realizada por Reaburn e Mackinnon (1990) foi encontrado um valor médio de $[La]_{max}$ superior de $14,25 \text{ mmol.L}^{-1}$ para nadadores (modo passivo), após realizarem uma *performance* máxima de 100m. Entretanto os valores encontrados quando realizada a recuperação ativa foi de $11,90 \text{ mmol.L}^{-1}$, foi semelhante ao presente achado. Em nosso estudo, a *performance* de 200m

gerou tempo médio de 2,45 min, tempo que assumimos ser ideal para uma ativação total do metabolismo glicolítico.

No presente estudo, além de verificar a $[La]_{max}$, o tempo em que essa concentração máxima foi atingida, também foi analisado. Foi observada uma redução siginificante neste tempo quando realizada a recuperação ativa, mostrando que este tipo de recuperação altera a relação entre liberação e remoção do lactato sanguíneo antecipando o tempo e reduzindo os valores de $[La]_{max}$, como já discutido. Esses resultados estão de acordo com os encontrados na literatura, os quais mostram a recuperação ativa como a forma mais rápida de remover lactato sanguíneo após um exercício máximo, quando comparada ao modo passivo (McMASTER; STODDARD; DUNCAN, 1989; REABURN; MACKINNON, 1990; SPENCER et al., 2006).

Para as condições de teste e reteste, os $T[lac]_{max}$ no modo passivo não apresentaram diferença e foram significativamente correlacionados ($r=0,72$), podendo ser considerada reproduzível no modo de recuperação passiva para a natação. Entretanto ao analisarmos o ETM, podemos observar uma alta variabilidade intra-individual o que torna duvidosa esta reprodutibilidade, já que nossa amostra foi pequena.

Para o modo ativo, os valores desta variável não foram diferentes entre o teste e reteste, porém não apresentaram correlação significativa e apresentaram um alto ETM (38%), sugerindo que, para este protocolo, esta variável não foi reproduzível. A falta de reprodutibilidade desta variável, na condição ativa, pode ser explicada pelo fato de distâncias terem sido utilizadas como critério do momento de coleta de sangue durante a recuperação e não o tempo. Devido à diferença da velocidade de recuperação (variando de 0,83 a 1m/s) de cada indivíduo, o tempo em que o sangue foi coletado não foi exatamente o mesmo para todos.

Na pesquisa realizada por Reburn e Mackinnon (1990), a concentração máxima de lactato dos nadadores, para a condição passiva, ocorreu, em média, no minuto 5,95, anterior ao encontrado no presente estudo (6,58 min), porém para a recuperação ativa, a pesquisa apresentou valor médio superior de 5,10min comparado ao valor de 4,39 min do presente estudo. Bret et al. (2003) encontram valor semelhante para corredores de curta distância ($4,4 \pm 0,3$ min),

porém para condições de recuperação passiva. Gharbi et al. (2008) verificaram que os estudantes da amostra atingiram a $[La]_{max}$ no minuto $3,5 \pm 0,9$ min da recuperação ativa. Desta forma, é possível concluir com base, nesses estudos, que os valores máximos de lactato sanguíneo ocorrem entre os minutos 3 e 8, e são altamente dependentes do exercício realizado para indução de acidose e do modo de recuperação realizada.

Apenas um estudo que utilizou a *performance* máxima de 200m na natação para indução de acidose e análise da influência do modo de recuperação sobre a mesma, foi encontrado na literatura (Greenwood et al., 2007).. A amostra do estudo realizado por Greenwood et al. (2007) apresentou tempo médio da *performance* de 200m na natação de 114,2 s, valor inferior ao encontrado no presente estudo (145,1 s). Na pesquisa de Greenwood et al. (2007), ao analisar a influência da recuperação passiva e diferentes intensidades da recuperação ativa em percentuais relativos ao limiar de lactato sobre uma *performance* subsequente, verificou-se que os atletas apresentaram melhores de *performances* ao realizar a recuperação a 100% do Limiar de Lactato (LL), em comparação com todas as outras velocidades de recuperação (50% V_{LL} e 150% V_{LL}). Além disso, verificou-se que após recuperação a 100% e 150% V_{LL} a *performance* subsequente foi mais rápida quando comparada à condição passiva, porém não houve diferença entre passiva e 50% V_{LL} .

Por fim, outra variável analisada no presente estudo foi o tempo da *performance* de 200m na piscina que se mostrou reprodutível em todas as análises. Para o teste e reteste no modo passivo, o tempo médio de 200m dos atletas foi de 145 s, com correlação significativa de 0,98 ($p < 0,0001$) e para o modo ativo foi de 145,3 s com valor de correlação de 0,95 ($p < 0,0001$).

Ao analisar o ETM desta variável, um CV de 1,2% e 2% entre as duas *performances* do modo passivo e ativo, respectivamente, foi encontrado. Embora possa ser considerado uma limitação deste estudo o fato da análise da *performance* ter ocorrido fora do ambiente de competição, em função de fatores principalmente volitivos, acredita-se que os atletas realmente realizaram o máximo esforço nestas condições do estudo. Stewart e Hopkins (2000) analisaram a *performance* de nadadores em competições nacionais e internacionais, e sugeriram valores de CV entre *performances* de 1,1 a 1,5%.

Dessa forma os valores obtidos no presente estudo estão muito próximos dos valores citados pelos referidos autores em situações reais de competição.

6 CONCLUSÃO

Com base nos dados obtidos no presente estudo, pode-se concluir que a taxa de remoção de lactato sanguíneo ($t_{1/2}$) na natação, para a amostra analisada, não é reprodutível para ambos os modos de recuperação (passivo e ativo).

Por outro lado os outros parâmetros de lactato analisados ($[La]_{max}$; $T[La]_{Max}$), após um esforço máximo de 200m na natação, parecem apresentar uma certa reprodutibilidade, principalmente quando a recuperação é realizada no modo passivo. Entretanto, é preciso ter cautela ao afirmar tal reprodutibilidade, tendo em vista que a amostra deste estudo foi reduzida.

Diante dos resultados, pode-se concluir ainda que a *performance* de 200m é uma variável altamente reprodutível para a presente amostra. Além disso, conclui-se que a recuperação ativa é mais eficaz na remoção do lactato sanguíneo, retornando a valores de base mais rapidamente quando comparada à recuperação passiva.

Novos estudos que verifiquem a reprodutibilidade dos parâmetros de lactato, analisados no presente estudo, são recomendados, principalmente com uma amostra maior e com nadadores de diferentes especialidades.

7 REFERÊNCIAS

ASTRAND, P.; RODAHL, K. **Biblioteca de Educação Física: Tratado de Educação Física.**; Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

ATKINSON, G.; NEVILL, A. M. Statistical Methods For Assessing Measurement Error (Reliability) in Variables Relevant to Sports Medicine. **Sports Medicine.** v.26, n.4, p.217-238, 1998.

BENEDETTI, T. R. B.; PINHO, R. A.; RAMOS, V. M. Dobras cutâneas. In: PETROSKI, E.L. (organizador). **Antropometria: técnicas e padronizações.** Porto Alegre: Pallotti, 2003.

BRET, C.; MESSONIER, L.; NOUK, J. M. N.; FREUND, H.; DUFOUR, A. B.; LACOUR, J. R. Differences in Lactate Exchange and Removal Abilities in Athletes Specialised in Different Track Running Events (100 to 1500). **International Journal of Sports Medicine.** v.24, p.108-113, 2003.

CARZOLA, G.; DUFORT, C.; CERVETTI, J. The influence of active recovery on blood lactate disappearance after supramaximal swimming. *In* Biomechanics and medicine in swimming. **International Series on Sports Science.** v.14, p.244-250, 1983.

CIELSKI, P. E. C.; MATSUSHIGUE, K. A.; BERTUZZI, R. C. M.; WRUBLEVSKI, M. J. A resposta do lactato sanguíneo após o exercício de alta intensidade não é dependente da capacidade aeróbia. **Revista da Educação Física/UEM.** v.19, n.4, p.564-572, 2008.

DENADAI, B. S.; GUGLIELMO, L. G. A.; DENADAI, M. L. D. R. Effect of Exercise Mode on the Blood Lactate Removal During Recovery of High-Intensity Exercise. **Biology of Sport.** v.17, n.1, p.37-45, 2000.

DONOVAN, C. M.; BROOKS, G. A. Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. **American Journal Physiology.** v.244, p.463-470, 1983.

EARLE, R. W.; BAECHLE, T. R. **NSCA's Essentials of Personal Training**. Champaign: Human Kinetics, 2004.

FARINATTI, P. T.; MONTEIRO, W. D. **Fisiologia e Avaliação Funcional**. Rio de Janeiro: Editora Sprint, 1992.

FOSS, M.L.; KETEYIAN, S.J. **Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2000.

FRANCHINI, E.; TAKITO, M. Y.; NAKAMURA, F. Y.; MATSUSHIGUE, K. A.; KISS, M. A. D. M. Tipo de Recuperação após uma Luta de Judô e o Desempenho Anaeróbio Intermitente Subseqüente. **Revista Motriz**. v.7, n.1, p.49-52, 2001.

FRANCHINI, E.; TAKITO, M. Y.; NAKAMURA, F. Y.; MATSUSHIGUE, K. A.; KISS, M. A. D. M. Effects of recovery type after a judo combat on blood lactate removal and on performance in an intermittent anaerobic task. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v. 43, n.4, p.424-431, 2003.

FREUND, H.; GENDRY, P. Lactate Kinetics after short strenuous exercise in man. **European Journal of Applied Physiology**. v. 39, p. 123-135, 1978.

GHARBI, A.; CHAMARI, K.; KALLEL, A.; AHMAIDI, S.; TABKA, Z.; ABDELKARIM, Z. Lactate kinetics after intermittent and continuous exercise training. **Journal of Sports Science and Medicine**. v. 7, p. 279-285, 2008.

GOLLNICK, P. D.; BAYLY, W. M.; HODGSON, D.R. Exercise Intensity, Training Diet and Lactate Concentration in Muscle and Blood. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.18, p.334-340, 1986.

GREENWOOD, J. D.; MOSES, G. E.; BERNARDINO, F. M.; GAESSER, G. A.; WELTMAN, A. Intensity of Exercise Recovery, Blood Lactate Disappearance, and Subsequent Swimming Performance. **Journal of Sports Sciences**. p.1-6, 2007.

HOPKINS, W. G. Measures of Reliability in Sports Medicine and Science. **Sports Medicine**. v.30, n.1, p.1-15, 2000.

HERMANSEN, L.; STENSVOLD, I. Production and removal of lactate during exercise in man. **Acta Physiologica Scandinavia**, v.86, p.191-201, 1972.

JACOBS, I. Blood lactate: implications for training and sports performance. **Sports Medicine**. v.3, p.10-25, 1986.

MAGLISCHO, E. W. **Nadando Ainda mais Rápido**. São Paulo: Editora Manole, 2003.

MAZZEO, R. S.; BROOKS, G. A.; SCHOELLER, D. A.; BUDINGER, T. F. Disposal of Blood [1-13C] lactate in humans during rest and exercise. **Journal of Applied Physiology**. v.60, n.10, p.232-241, 1986.

MESSONIER, L.; FREUND, H.; DENIS, C.; FÉASSON, L.; LACOUR, J. R. Effects of Training on Lactate Kinetics Parameters and their Influence on Short High-Intensity Exercise Performance. **International Journal of Sports Medicine**. v.27, p.60-66, 2006.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício – Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 2003.

McLELLAN, T. M.; SKINNER, J. S. Blood Lactate Removal during Active Recovery to the Aerobic Threshold. **International Journal of Sports Medicine**. v.3, p.224-229, 1982.

McMASTER, W. C.; STODDARD, T.; DUNCAN, W. Enhancement of blood lactate clearance following maximal swimming. Effect of velocity of recovery swimming. **American Journal of Sports Medicine**. v.17, n.4, p. 472-477, 1989.

REABURN, P. R. J.; MACKINNON, L. T. Blood lactate responses in older swimmers during active and passive recovery following maximal sprint swimming. **European Journal of Applied Physiology**. v.61, p.246-250, 1990.

ROZENEK, R.; ROSENAU, P.; STONE, M. H. The Effect of Intensity on Heart Rate and Blood Lactate Response to Resistance Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.7, n.1, p.51-54, 1993.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek J, Henschel A. Techniques for measuring body composition. **National Academy of Sciences**. p.223-224, 1961.

SPIERER, D. K.; GOLDSMITH, R.; BARAN, D. A.; HRYNIEWICZ, K.; KATZ, S. D. Effects of Active vs. Passive Recovery on Work Performed During Serial Supramaximal Exercise Tests. **International Journal of Sports Medicine**. v.25, p.109-144, 2004.

SPENCER, M.; BISHOP, D.; DAWSON, B.; GOODMAN, C.; DUFFIELD, R. Metabolism and Performance in Repeated Cycle Sprints: Active versus Passive Recovery. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.38, n.8, p.1492-1499, 2006.

STEWART, A. M.; HOPKINS W. G. Consistency of swimming performance within and between competitions. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.32, n.5, p.997-1001, 2000.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

TOUBEKIS, A. G.; TSOLAKI, A.; SMILIOS, I.; DOUDA, H. T.; KOURTESIS, T.; TOKMAKIDS, S. P. Swimming Performance After Passive and Active Recovery of

Various Durations. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v.3, p.375-386, 2008.

TOUBEKIS, A. G.; TSOLAKI, A.; SMILIOS, I.; BOGDANIS, G. C.; MAVRIDIS, G.; TOKMAKIDS, S. P. Effect of different intensities of active recovery on sprint swimming performance. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**. v.31, p.709-716, 2006.

TOUBEKIS, A. G.; DOUDA, H. T.; TOKMAKIDS, S. P. Influence of Different Rest Intervals During Active or Passive Recovery on Repeated Sprint Swimming Performance. **European Journal of Applied Physiology**. v.93, p.694-700, 2005.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. São Paulo: Editora Manole, 2001.

WITHERS, R.T.; WHITTINGHAM, N. O.; NORTON, K. L.; DUTTON, M. Somatotypes of south australian female games players. **Human Biology**. v. 59, n. 4, p. 575-584, 1987.

ANEXO



Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Educação Física
Centro de Desportos



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: Reprodutibilidade da taxa de remoção de lactato sanguíneo na natação.

Você está sendo convidado a participar, como voluntário, da pesquisa intitulada: Reprodutibilidade da taxa de remoção de lactato sanguíneo (passiva e ativa) em nadadores a ser realizada junto ao Laboratório de Esforço Físico (LAEF), vinculado ao Centro de Desportos (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A participação no estudo não envolve nenhum gasto para o participante e todos os materiais necessários serão providenciados pelos pesquisadores. Com sua adesão ao estudo, você deverá estar disponível para as coletas de dados que serão realizadas em seu local de treinamento.

1ª Visita - Na primeira sessão, um avaliador preencherá uma ficha com seus dados pessoais e, logo após, você será submetido à avaliação antropométrica, na qual serão realizadas medidas de massa corporal (kg), estatura (cm) e dobras cutâneas (mm) (tríceps, subescapular, bíceps, suprailíaca, abdominal, coxa anterior e panturrilha média). Em seguida será realizado na piscina um aquecimento padronizado de aproximadamente 20min. Ao final do aquecimento, será realizada uma coleta de sangue (25µl) no lóbulo da orelha para mensuração do lactato sanguíneo. Após o aquecimento, uma *performance* máxima de 200m no estilo crawl será cronometrada e durante a recuperação, de modo passivo (30 min sentado em uma cadeira fora da piscina), serão coletadas amostras de sangue (25µl) do lóbulo da orelha para dosagem do lactato sanguíneo nos minutos 1, 3, 5, 7, 9, 12, 17, 25 e 30. Esse procedimento não oferece riscos ao avaliado e será utilizado para análise da taxa de remoção do lactato sanguíneo.

2ª Visita – Nesta ocasião, uma *performance* máxima de 200m será realizada seguida de recuperação no modo ativo (nadando a 60% da velocidade máxima de 100m no estilo crawl). No momento das coletas de amostra de sangue (nas distâncias 100m, 200m, 300m, 550m, 850m e no minuto 30), o nadador deverá parar na borda da piscina para que seja realizada a coleta.

3ª Visita – Neste dia, os mesmos procedimentos da 1ª visita serão realizados, com exceção das medidas antropométricas que não serão realizadas.

4ª Visita – Na última sessão o procedimento será o mesmo que o da 2ª visita.

Para participar deste estudo você deve estar apto a realizar exercícios físicos de alta intensidade.

Os pesquisadores responsáveis por este estudo estarão preparados para qualquer emergência, efetuando os primeiros socorros. A sua identidade será preservada, pois cada participante da amostra será identificado por um número.

Quanto aos benefícios e vantagens em participar deste estudo, você contribuirá para o desenvolvimento da ciência, dando possibilidade a novas descobertas e ao avanço das pesquisas; além de ser informado sobre sua composição corporal e a relação entre sua taxa de remoção de lactato sanguíneo e *performance*, a partir do repasse do relatório individual de sua avaliação.

As pessoas que o acompanharão serão o Prof. Dr. Luiz Guilherme A. Guglielmo, o Prof. Drdo Ricardo Dantas de Lucas e a discente Taís Helena de Bragança Megda, além de alguns colaboradores do LAEF.

Salientamos, ainda, que você poderá retirar-se do estudo a qualquer momento. Do contrário, solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos. A sua privacidade será mantida por meio da não-identificação do seu nome.

Agradecemos desde já a sua colaboração e participação.

CONTATOS:

Taís Helena de Bragança Megda
e-mail: tais.megda@gmail.com
Tel: (48) 9901-2337

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo
e-mail: luizguilherme@cds.ufsc.br

Prof. Drdo Ricardo Dantas de Lucas
e-mail: ricardo@tridantas.com.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado, de forma clara e objetiva, sobre todos os procedimentos do projeto de pesquisa intitulado **Reprodutibilidade da taxa de remoção de lactato sanguíneo na natação**. Estou ciente que todos os dados a meu respeito serão sigilosos e que posso me retirar do estudo a qualquer momento. Assinando este termo, eu concordo em participar deste estudo.

Nome por
extenso _____

Assinatura

Florianópolis (SC) ____/____/____

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo
(Pesquisador Responsável/Orientador)

Taís Helena de Bragança Megda
(Pesquisadora Principal/Orientanda)