

**Artigo original**Roberta Gabriela Oliveira Gatti<sup>1</sup>Oscar Amauri Erichsen<sup>2</sup>Sebastião Iberes Lopes Melo<sup>3</sup>**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E BIOMECÂNICAS DE NADADORES EM DIFERENTES INTENSIDADES DE NADO.****PHYSIOLOGICAL AND BIOMECHANICAL RESPONSES OF SWIMMERS AT DIFFERENT SWIMMING INTENSITIES.****RESUMO**

O objetivo deste estudo foi analisar as respostas fisiológicas e biomecânicas de nadadores em diferentes intensidades de nado. A amostra, intencionalmente escolhida, foi composta por sete atletas que possuíam índices de participação em campeonato brasileiro absoluto. Foi utilizada como tarefa de estudo uma série de 8x200 metros nado livre com velocidades de 80%, 85%, 90%, 95% e 100% do percentual de esforço de cada nadador. Como instrumento utilizou-se uma filmadora 60Hz e um lactímetro da Accusport mMol. No tratamento estatístico fez-se uso da estatística descritiva, análise de variância (ANOVA), "post-hoc" Tukey e correlação de Spearman, todos com nível de significância de 95%. Buscou-se com a análise estatística identificar as diferenças entre os atletas para as variáveis lactato sanguíneo, frequência de braçada (FB) e dimensão de braçada (BR) nas diferentes intensidades. A partir dos resultados pode-se constatar que os atletas apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre as intensidades de esforço, tanto nas respostas fisiológica quanto na biomecânica da técnica de nado, situação observada, principalmente, em níveis acima de 95% de esforço. Constatou-se também alta correlação entre as variáveis lactato com frequência de braçada, e com o comprimento da braçada, e da frequência de braçada com o comprimento de braçada, sendo as duas últimas inversas, indicando que a série utilizada foi adequada para analisar respostas fisiológica e biomecânica em nadadores. Os resultados possibilitaram concluir que com o aumento da intensidade há necessidade de ajustes mecânicos para que os atletas possam suportar diferentes velocidades. Também foi possível estabelecer a velocidade de nado ideal para cada zona energética, fornecendo subsídios para técnicos e atletas treinarem as variáveis velocidade e técnica de nado dentro das zonas energéticas específicas.

**Palavras-chave:** natação, performance, limiar anaeróbico.

**ABSTRACT**

The objective of this study was to analyze the physiological and biomechanical responses of swimmers at different swimming intensities. The intentionally selected sample was composed by seven athletes with swimming times for qualifying on the Brazilian Swimming Championship. A series of 8x200 free style swimming at speeds of 80%, 85%, 90%, 95% and 100% of individual maximum effort was used as the task. A film camera of 60 Hz and an Accusport mMol lactimeter were used for data collection. Descriptive statistics, analysis of variance (ANOVA) with "post-hoc" Tukey test and Spearman's correlation were used for statistical analyses to identify the differences between athletes for the variables blood lactate, crawl stroke frequency (FB) and dimension (BR) at different intensities. The level of significance was set at 0.05. Based on the results, there were significant differences on swimming technique among effort intensities, for both the physiological and mechanical responses, especially at levels above 95% individual maximum effort. The high correlation between blood lactate and crawl stroke frequency and length, and between crawl stroke frequency and length, with the last two correlations being negative, indicated that the proposed series was adequate to analyze physiological and biomechanical response. It was concluded that as the intensity increases, there is a need for mechanical adjustments to enable the athletes to endure different speeds. It was also possible to establish the ideal swimming speed for each energetic zone, providing data for coaches and athletes to train both speed and technique within the specific energetic zones.

**Key words:** swimming, performance, anaerobic threshold.

<sup>1</sup> Mestranda em Ciência do Movimento Humano no CEFID/UDESC -Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina.

<sup>2</sup>Prof. Dr. Departamento de Educação Física da Universidade Estadual de Londrina PR.

<sup>3</sup>Prof. Dr. Laboratório de Biomecânica do CEFID/UDESC - Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina.

## INTRODUÇÃO

Desde muito na natação procura-se entender e utilizar em benefício do atleta, a causa e o efeito de aspectos fisiológicos e biomecânicos em atletas. Sabendo-se que a duração, a intensidade e o sistema energético específico utilizados nas provas de natação têm certa relação com as distâncias das mesmas, acredita-se que o trabalho em forma de série é mais efetivo quando se utilizam distâncias curtas, pois o nadador não atinge um nível elevado de fadiga devido ao tempo de descanso existente entre as repetições, o qual deve ser suficiente para manter a velocidade adequada durante um maior número de repetições, pois o intervalo de recuperação e o número de repetições determinam a fonte energética predominante a ser ativada. Neste sentido foi utilizada neste estudo a série de 8x200 metros nado livre, aumentando o percentual de esforço gradualmente dentro da série, proposto por Maglischo<sup>7</sup>.

Esse tipo de trabalho, segundo Navarro<sup>9</sup>, está orientado para aumentar as possibilidades funcionais do coração, as quais constituem o principal fator limitador do nível de produtividade aeróbica. Para este autor, os nadadores bem treinados podem nadar em intensidades mais altas antes do aparecimento da acumulação do ácido láctico e quanto maior a intensidade do trabalho, melhor para o aperfeiçoamento da capacidade anaeróbica alática e láctica. Tais fontes anaeróbicas lácticas, segundo Troup<sup>15</sup>, constituem a forma principal do sistema energético nas distâncias de 100 e 200 metros e tem importante papel na distância de 400 metros. Considerando que o treinamento busca um melhor desempenho dos nadadores, Costill, Maglischo e Richardson<sup>1</sup> afirmam que quanto maior a capacidade aeróbica ( $VO_2$  máx.), menor a produção de lactato no sangue e maior é a capacidade de eliminação do mesmo após exercício.

Para complementar Maughan et al.<sup>8</sup> destacam que o consumo de oxigênio se intensifica conforme cresce o dispêndio de trabalho, indicando um aumento na velocidade do metabolismo oxidativo. E mais, se o exercício for repetido várias vezes com períodos curtos de repouso, o acúmulo de lactato no sangue diminui substancialmente. Em adição, Issurin<sup>5</sup> afirma

que muitos métodos são associados com as velocidades de treinamento usadas na natação como: o percentual máximo da velocidade individual em competição ou treino, o percentual de esforço máximo contra resistência da água, a concentração de ácido láctico acumulado durante atividade, a qual corresponde às diferentes velocidades, bem como a experiência e o bom senso do técnico.

Portanto, quando se objetiva performance é comum nadar a uma intensidade relativamente alta (80-100% do  $VO_2$  máx.), sendo o percentual de  $VO_2$  máx. um bom indicativo da capacidade aeróbica do nadador, que demonstra a condição do atleta em mantê-lo durante um período de tempo prolongado, sem acumular grandes quantidades de ácido láctico. O lactato sanguíneo é o limitador da atividade muscular do nadador e pode ser usado como índice de adaptação deste ao treinamento, e segundo Powers & Howley<sup>11</sup>, o valor de concentração do lactato em 4 mmol/l é utilizado como um indicador do limiar anaeróbico, podendo em certos casos, especialmente nos fundistas, ser menor essa concentração. Conforme Gomes, Dantas e Cameron<sup>2</sup>, o limiar anaeróbico representa o nível de esforço do exercício onde o lactato se acumula rapidamente devido a uma maior produção do que a capacidade de remoção de ácido láctico do sangue. Afirmam ainda, que a lactacidemia é importante para a prescrição e avaliação do treinamento, pois pode ser um indicador do esforço metabólico melhorando o desempenho de atletas de natação.

Associados às respostas fisiológicas do atleta é interessante analisar aspectos biomecânicos juntamente. Com esta finalidade, Hay<sup>4</sup> e Reichle<sup>12</sup>, afirmam que o monitoramento das variáveis frequência de braçada (FB) e comprimento de braçada (CB) é uma estratégia muito importante na avaliação dos aspectos biomecânicos. Estas informações são relatadas num estudo da inter-relação da FB e CB, realizado por Hay<sup>4</sup>, no qual verificou que a melhora na FB deve-se a melhora da CB e que provavelmente, este resultado, está relacionado à melhora da capacidade do nadador gerar maior força.

Visto que a técnica de nado vem adquirindo importância durante a sessão de treinamento e tem desempenhado um papel

importante dentre os fatores determinantes de rendimento na natação, ainda não se observa uma boa relação da CB e a velocidade, talvez por, técnicos e atletas, ainda não darem muita atenção a técnica de nadar verifica-se a necessidade de avaliar o controle das variáveis FB e CB durante alta velocidade, para que o atleta atinja um melhor rendimento.

Para melhor compreender como se relacionam essas variáveis em diferentes intensidades de esforço, justifica-se a realização deste estudo com objetivo geral de analisar as respostas fisiológicas e biomecânicas de nadadores em diferentes intensidades de nado. Mais especificamente buscou: 1) verificar e comparar a concentração de lactato sanguíneo, a frequência de braçada e o comprimento de braçada nas diferentes intensidades, 2) verificar a relação entre frequência e dimensão de braçada, desta forma torna-se possível estabelecer as velocidades mais adequadas para se trabalhar as fontes energéticas específicas no treinamento de nadadores.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste estudo descritivo de inter-relação, do tipo correlacional, participaram 7 atletas de natação (uma mulher e seis homens), da categoria junior e sênior, integrantes de um programa de treinamento de alto rendimento. Estes foram selecionados de forma intencional, considerando-se o nível atlético, escolhendo-se aqueles que tinham índices para participarem de campeonato brasileiro absoluto.

Após os nadadores terem sido informados sobre o procedimento da coleta, e assinado o termo de consentimento informado livre e esclarecido, executaram a série 8x200 metros nado crawl (livre), e no decorrer da série eles teriam que aumentar a velocidade de nado gradativamente, sendo esta série utilizada por melhor se adequar às características dos atletas selecionados. Na determinação das velocidades foi usado o melhor tempo de cada atleta na prova de 200 metros crawl obtido em competição. As 3 (três) primeiras repetições foram feitas a 80% destinados para aquecimento, a 4ª e 5ª repetições a 85%, e assim sucessivamente até a 8ª repetição que foi realizada a 100% de esforço, tentando atingir o seu melhor tempo

de prova.

Para investigar os aspectos fisiológicos foi coletado sangue para se obter a concentração de lactato sanguíneo nas cinco intensidades, segundo os diferentes percentuais de esforço (80%, 85%, 90% e 100%). Para análise do lactato utilizou-se do lactímetro da Accusport mMol, onde o sangue foi coletado ao final da 3ª, 5ª, 6ª, 7ª e 8ª repetições, dentro do intervalo determinado conforme Quadro 1, adaptada de Maglischo<sup>7</sup>.

Quadro 1 - Procedimentos da coleta do lactato sanguíneo durante a série de 8X200 metros Livre.

Repetições	Características dos procedimentos.
1º, 2º e 3º	A intensidade de nado foi de 80% com intervalo de 1 min. entre as repetições, e a amostra sanguínea foi coletada no fim da 3ª repetição entre o 2º e 3º minutos.
4º e 5º	A intensidade de nado foi de 85% com intervalo de 1 minuto. entre as repetições, e a amostra sanguínea foi coletada no fim da 5ª repetição entre o 3º e 4º minutos.
6º	A intensidade de nado foi de 90% com intervalo de 6 minutos, e a amostra sanguínea foi coletada entre o 5º e 6º minutos.
7º	A intensidade de nado foi de 95% com intervalo de 20 minutos, e a amostra sanguínea foi coletada entre o 5º e 6º minutos.
8º	A intensidade de nado foi de 100%, e a amostra sanguínea foi coletada entre o 5º e 6º minutos.

Para avaliar características biomecânica de nado (Frequência de Braçada-FB e Comprimento de Braçada -CB) e a velocidade média, os atletas foram filmados enquanto executaram a tarefa, utilizando-se de uma filmadora JVC Compact VHS Intelligent GR-AX417 com frequência de 60 Hz, e na análise dos dados utilizou-se a Ilha de Edição profissional do Núcleo de Tecnologia da Universidade Estadual de Londrina.

No tratamento estatístico dos dados utilizou-se de estatística descritiva (média, desvio padrão, coeficiente de variação) e estatística inferencial, na qual para comparar

as respostas fisiológicas e técnicas entre as séries, utilizou-se análise de variância (ANOVA), “post-hoc” Tukey para identificar onde houve diferenças, e a correlação de Spearman para verificar a interrelação das variáveis. Em todas as análises adotou-se  $p \leq 0.05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para facilitar a compreensão do leitor, este capítulo foi organizado segundo os objetivos específicos do estudo. Assim sendo, inicialmente são analisados e discutidos os dados referentes às respostas fisiológicas, seguindo-se, então para o estudo das relação entre frequência e comprimento de braçada e

encerrando o capítulo com o estabelecimento das velocidades mais adequadas para se trabalhar as fontes energéticas específicas do treinamento

### Concentração de lactato sanguíneo, frequência e comprimento de braçada nas diferentes intensidades.

O primeiro objetivo específico do estudo foi verificar e comparar a concentração de lactato, a frequência de braçada e o comprimento das braçada entre as diferentes intensidades.

No que diz respeito a caracterização destas variáveis, os resultados estão contidos na Tabela 1 , a seguir.

Tabela 1 - Caracterização dos níveis de lactato sanguíneo, frequência e dimensão de braçada em diferentes intensidades de esforço.

Variáveis	Estatística	Intensidades				
		80%	85%	90%	95%	100%
Concentração de Lactato (mmol/l)	$\bar{X}$	2,4	3,3	4,4	7,6	10,8
	<i>s</i>	0,4	0,5	0,8	1,7	1,8
	CV%	16,67	15,15	18,18	22,37	16,66
Frequência de Braçada (ciclo/s)	$\bar{X}$	0,38	0,43	0,47	0,52	0,58
	<i>s</i>	0,03	0,02	0,02	0,05	0,05
	CV%	7,89	4,65	4,26	9,62	8,62
Comprimento de Braçada (m/ciclo)	$\bar{X}$	3,49	3,34	3,21	3,05	2,81
	<i>s</i>	0,26	0,22	0,23	0,30	0,31
	CV%	7,49	6,59	7,17	9,84	11,03

A partir dos resultados apresentados na Tabela 1, verifica-se o aumento na concentração do lactato sanguíneo de 3,3 mmol/l no segundo percentual para 7,6 mmol/l no quarto percentual. Constata-se também alta variabilidade de 22,37% à 95% de esforço caracterizando resposta diferenciadas do metabolismo aeróbico do grupo. Nota-se que conforme a intensidade de esforço aumenta também aumenta a concentração de lactato sanguíneo proporcionando CV% mais altos, indicando condições fisiológicas diferenciadas em intensidades que exigem mais do atleta, possivelmente decorrentes do tipo de treinamento adotado. Os mesmos atingiram, em média, uma concentração de lactato de 10,8 mmol/l $\pm$ 1,8 à 100% de esforço, equivalendo a melhor velocidade do atleta na distância de 200 metros livres.

Com base na literatura tem-se conhecimento de que o condicionamento do atleta é influenciado pelo tipo de exercício realizado. Neste sentido, Maughan, Gleeson e Greenhaff<sup>8</sup> sugerem a utilização de exercícios de alta intensidade para aumentar a capacidade de tamponamento muscular, sendo a fosfocreatina a enzima mais importante que atua no tamponamento temporário para manter a concentração celular de ATP e a relação ATP: ADP, embora não se tenha acessado estudos científicos desenvolvidos especificamente para sustentar efetivamente essa afirmação. Mesmo assim, Powers e Howley<sup>11</sup> afirmam que os melhores desempenhos em exercícios intensos estão associados a níveis mais altos de lactato sanguíneo, provando que o treinamento com exercício máximo e de curta duração aprimora a



capacidade de gerar energia através do sistema glicolítico. Assim sendo, o acúmulo de lactato no sangue depende do equilíbrio entre a produção de lactato pelo músculo em atividade e a sua remoção pelo fígado ou por outros tecidos. Como a fadiga está associada a altos níveis de ácido láctico no sangue e nos músculos, faz sentido afirmar que o limiar de lactato esteja relacionado ao desempenho de endurance. Percebeu-se que os atletas nadaram em velocidades abaixo do limiar anaeróbico nos intervalos de 80% e 85%, indo ao encontro da afirmação feita por Powers & Howley<sup>11</sup>, os quais citam que a concentração de lactato deve estar entre 2 e 4 mmol/l na intensidade de 80%.

Com relação a frequência de braçada (FB), na Tabela 1, verificou-se uma baixa variabilidade, sendo maior a 95% da intensidade com 9,62%, mesmo assim, menor que os valores estabelecidos para baixas variabilidade por Gomes<sup>3</sup>, que considera até 10% como baixa. Este resultado indica que os atletas conseguiram controlar melhor essa variável mesmo em níveis de esforço elevados.

Ao analisar a variável comprimento de braçada (CB) (Tabela 1), constata-se também maiores variabilidades entre os nadadores nos dois últimos percentuais de esforço, respectivamente 9,84% e 11,03%, confirmando

realmente a dificuldade dos atletas manipularem as variáveis estudadas em intensidades mais altas. Observou-se também que os atletas mesmo tendo controlado melhor essa variável, comparado com a FB, a maior CB foi atingida na intensidade de 80% ( $3,49 \pm 0,26$  m/ciclo) declinando a cada aumento da velocidade de nado, atingindo menor comprimento de braçada à 100% de esforço ( $2,81 \pm 0,31$  m/ciclo de braçadas) com a maior variabilidade.

Embora os atletas tenham apresentado respostas fisiológicas e biomecânicas diferenciadas em percentuais de esforço elevados, pode-se afirmar com esses dados que o grupo controlou melhor a CB em comparação com a FB. Para melhor identificarmos essa afirmação, a Tabela 2 demonstra as alterações destas variáveis entre as intensidades de esforço executado durante a série. Sendo a CB e a FB bastante interdependentes, geralmente quando a dimensão de braçada aumenta a frequência de braçada tende a diminuir, e o inverso também é verdadeiro. Portanto quando um nadador aumenta a FB deve garantir que a CB não sofra um decréscimo acentuado se o objetivo for melhorar a velocidade, situação esta que não foi possível identificar nesse grupo de nadadores.

Tabela 2 - Características das variáveis comprimento de braçada e frequência de braçada nos diferentes passagens de intensidades do esforço.

% Esforço	80%	85%	85%	90%	90%	95%	95%	100%	80%	100%
CB	3,49	3,34	3,34	3,21	3,21	3,05	3,05	2,81	3,49	2,81
Varição □		4,29%		3,89%		4,98%		7,87%		19,48%
FB	0,38	0,43	0,43	0,47	0,47	0,52	0,52	0,58	0,38	0,58
Varição □		13,16%		9,30%		10,64%		11,54%		52,63%

Analisando o comportamento das variáveis CB e FB (Tabela 2) constata-se que o grupo teve uma diminuição do CB entre os percentuais de esforço enquanto na FB ocorreu um aumento, embora seja essa situação um evento esperado, o que não poderia estar ocorrendo é essa desproporcionalidade de declínio e aumento dessas variáveis, pois a FB aumentou em 13,16% na passagem de 80% para 85% enquanto a CB diminuiu apenas 4,29%. Essa desproporcionalidade entre as variáveis ocorreu em todas as mudanças de

intensidades de esforço, mesmo sendo exigido dos atletas um aumento de esforço de 5% em 5% (de 80% até 100%). Tais alterações nas dimensões de frequência e comprimento de braçada apontam, claramente, a dificuldade dos atletas em controlar as variáveis biomecânicas, pois as variáveis apresentaram porcentagens diferentes das porcentagens exigidas para aumentar a velocidade de nado, principalmente a FB com aumentos bem maiores que 5%. O comportamento destas duas variáveis está ilustrado na Figura 1.

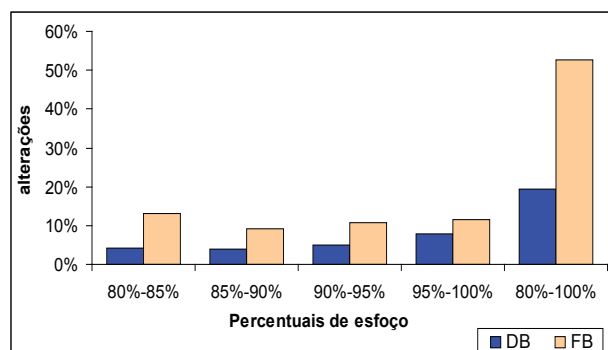


Figura 1: Valores do CB e FB entre os percentuais de esforço

Na continuidade da análise fez-se a comparação das variáveis, lactato sanguíneo, frequência de braçada e comprimento de braçada, entre as cinco intensidades (80% a 100%), cujos resultados estão dispostos na Tabela 3.

Através da análise de variância, Tabela 3, verificou-se diferença significativa da concentração de lactato sanguíneo, da FB e CB entre os percentuais de esforço ( $p \leq 0,05$ ), indicando que em pelo menos uma das intensidades o valor de cada variável é diferente em relação aos das outras quatro intensidades.

Tabela 3 - Comparação das variâncias lactato, comprimento de braçada e frequência de braçada entre as diferentes intensidades.

Variáveis	Causa da Variação	Soma Quadrado	Gl	Quadrado Médio	F	P
Concentração de Lactato	Entre grupos	335,08	4	83,77	57,16	$1,32 \times 10^{-13}$
	Dentro do grupo	43,97	30	1,47		
Frequência de Braçada	Entre grupos	0,16	4	0,04	30,22	$3,91 \times 10^{-10}$
	Dentro do grupo	0,04	30	0,001		
Comprimento de Braçada	Entre grupos	1,91	4	0,48	6,60	0,0006
	Dentro do grupo	2,17	30	0,07		

Para verificar em quais mudanças de intensidades ocorreram tais diferenças, procedeu-se uma análise “post-hoc” utilizando-

se o teste de comparação múltipla de Tukey, cujos resultados estão a seguir descritos e os valores médios ilustrados na figura 2.

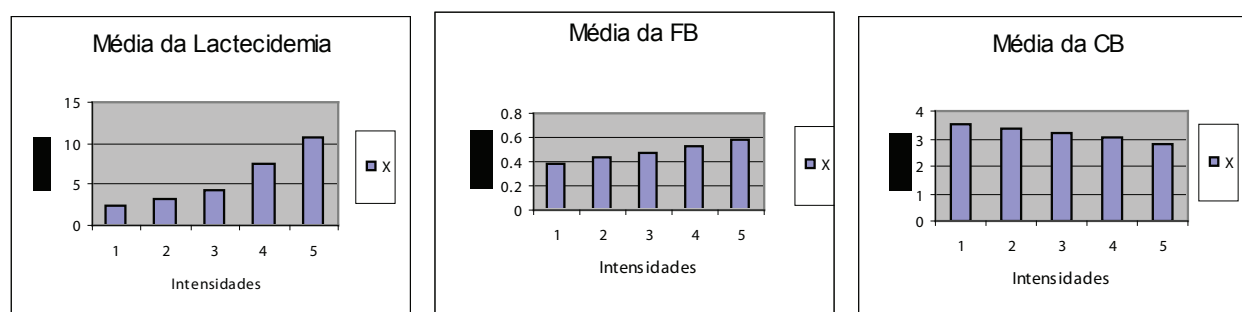


Figura 2 Valores médios das variáveis lactato sanguíneo, frequência de braçada e comprimento de

A partir da interpretação do “post-hoc” Tukey para cada variável apresenta-se:

- A concentração do lactato, constatou-se que a 80% de intensidade foi significativamente menor que 90%, 95% e 100%, observando que a 100% foi significativamente maior que as demais intensidades, e que não houve diferença

- significativa na concentração de lactato nas passagens das intensidades de 80% para 85% e de 85% para 90%;
- A Frequência de Braçada, a 80% de intensidade foi significativamente menor que 90%, 95% e 100%, e a 100% foi significativamente maior que as demais intensidades. Não houve diferença

significativa na FB nas passagens das intensidades de 80% para 85%, 85% para 90% e 90% para 95%;

- c) Para o CB, constatou-se que à 80% de intensidade foi significativamente menor que 95% e 100%; a 100% foi significativamente maior que 80% e 85% de intensidade, e não houve diferença significativa no CB nas passagens das intensidades de 80% para 85%, 80% para 90%, 85% para 90%, 85% para 95%, 90% para 95%, 90% para 100% e 95% para 100%.

Perceber-se na Figura 2, que o incremento dos níveis de lactatos teve um incremento maior que os da frequência de braçada para as mesmas intensidades, e a amplitude das braçadas diminuem com, o aumento da intensidade.

### **Relação entre frequência e comprimento de braçada.**

Analisando a Figura 2, constatou-se que a diminuição do CB e o aumento da FB apresentaram uma correlação alta ( $r = -0,998$ ), mas mesmo assim estas variáveis não foram muito proporcionais entre os cinco níveis de esforços realizados pelos atletas. Isso demonstra que esses atletas ainda não são capazes de compensar uma variável pela outra, visto que o CB teve uma diminuição de aproximadamente de 20% do primeiro esforço em relação ao último enquanto a FB; um aumento de 52,63%. Com relação a essas informações Hay<sup>4</sup> afirma que para aumentar a FB, geralmente o tempo que a mão passa puxando a água tende ser menor, conseqüentemente leva a uma redução do CB. Portanto, é óbvia a importância de obter uma ótima relação entre a FB e CB, a qual está relacionada com a técnica do nado. Neste sentido destaca-se que estas variáveis biomecânicas são bastante importantes dentro do treino, pois uma melhor compensação entre elas, conforme o CB sofre diminuição a FB deveria aumentar na mesma proporção em valores percentuais, proporcionaria um melhor rendimento dentro do percurso executado. Hay<sup>4</sup> cita que a velocidade com que o nadador se desloca através da água é completamente dependente do seu CB e da FB, onde  $V = DB \times FB$ , se esta fórmula uma multiplicação, se uma variável aumenta e a outra diminui

proporcionalmente, então a velocidade se mantém constante, portanto para se aumentar a velocidade seria viável aumentar a DB e manter a FB.

De modo semelhante, Olbrecht<sup>10</sup>, examinou a relação entre a concentração de ácido láctico no sangue e velocidade de natação durante 11 exercícios de resistência, utilizando o teste descrito por Mader (2x400, o primeiro tiro a 85% de esforço e o segundo a máxima velocidade possível após 20 min) para determinar a velocidade ao nível de 4mmol/l de lactato, em 59 atletas de nível nacional. No teste máximo de 30 min, essa velocidade correlacionou-se significativamente com concentração de ácido láctico ( $r = 0,97$ ;  $p < 0,001$ ), para os exercícios intervalados com 10s de descanso. Olbrecht<sup>10</sup> notou que durante séries intervaladas com descanso de 30s, ocorreu uma diminuição significativa da concentração de ácido láctico sanguíneo. Talvez, essa informação, confirme a baixa concentração de lactato encontrada para os atletas, nos níveis mais baixos de esforço, que também pode ser devido ao tempo de descanso ter sido suficiente para a redução do lactato sanguíneo. Da mesma forma Gomes, Dantas e Cameron<sup>2</sup> (2003), afirmam que quanto maior a exigência sobre o atleta na manutenção da intensidade do esforço, menor será a eficiência técnica. E mais, fazendo-se uso da velocidade correta para o treinamento da endurance aeróbica, o atleta é capaz de aumentar a capacidade de suportar os efeitos do ácido láctico.

Constata-se que Vilas-Boas<sup>16</sup> procurou identificar as principais alterações biomecânicas observadas na técnica de crawl no início e fim da prova de 200m livre, estudou 4 nadadores de alto nível português da categoria senior. Estes nadaram a prova de 200m em máxima velocidade no início da temporada. A média máxima de lactato sanguíneo foi de 10,47mmol/l, tendo comprovado os requisitos mínimos de intensidade. Os resultados mostram diferenças na execução técnica durante os 200 metros, onde no 1º 50m CB= 1,97 (m/ciclo), FB= 54,71 (ciclo/m) para o braço direito e CB= 1,94 (m/ciclo), FB= 55,57 (ciclo/m) para o braço esquerdo; no último 50m CB= 1,79 (m/ciclo), FB= 55,49 (ciclo/m) para o braço direito e CB= 1,88 (m/ciclo), FB= 53,31 (ciclo/m) para o barco

esquerdo. Comprovando que a técnica de nado altera-se mediante diferentes estados de fadiga, refletindo na CB, FB e na velocidade do nado. A variável CB varia com as principais fontes energéticas tendendo diminuir a velocidade de nado em limiar anaeróbico. Sendo, portanto, semelhantes aos resultados obtidos nesta pesquisa, sobre as variáveis fisiológicas e biomecânicas.

Laughlin<sup>6</sup> acrescenta que nadadores alcançam uma melhora imediata e interessante no seu nado através da concentração e conscientização em aumentar o CB. Esse autor ainda afirma que essa colocação não é uma novidade, sendo que pesquisas de performance em nadadores de elite tem identificado CB superiores como a característica principal dos nadadores velozes e não o condicionamento aeróbico ou força muscular. Citam ainda que para alcançar um ótimo CB, para 98% dos nadadores é um aprendizado ou hábito adquirido, sendo a FB mais instintiva. Através das figuras 3 e 4 verificou-se o comportamento do CB e da FB em relação a concentração de lactato no sangue conforme foi aumentando a velocidade do nado. Observa-se pelas figuras correlações altas tanto para concentração de lactato e CB ( $r = -0,983$ ) quanto para concentração de lactato e FB ( $r = 0,975$ ).

Desta forma, Santos et al.<sup>13</sup>, buscaram determinar qual das duas variáveis mais influencia a velocidade de nado em provas de curta distância em atletas de ambos os sexos, através da análise de correlação poder afirmar a existência da relação entre as variáveis estudadas, não afirmando a existência de causa-efeito entre elas. Essa análise também proporcionou verificar uma significativa correlação da velocidade de nado com o CB para o grupo masculino e com a FB com o grupo feminino. Em outro estudo Santos et al.<sup>14</sup> (2003), observaram uma variação na FB de até 19% sem que houvesse variação do CB, comprovando a possibilidade de se incrementar a FB sem que haja perda no CB.

Com base nestes resultados e com a finalidade de estabelecer velocidades mais adequadas para se trabalhar fontes energéticas específicas, segundo Maglischo<sup>7</sup>, há indicadores de percentual de esforço para cada tipo de trabalho no treinamento de natação, podendo assim, extrapolar uma tabela específica para

o grupo estudado: para o esforço a 80%, estipulamos uma concentração de lactato entre 0 3 mmol/l (trabalho de aquecimento e soltura); a 85%, a concentração de lactato ficou entre 2 4 mmol/l (trabalho sub-aeróbico ou endurance 1); a 90%, a concentração de lactato ficou entre 4 6 mmol/l (zona de limiar anaeróbico); a 95%, a concentração de lactato ficou entre 6 9 mmol/l (trabalho da capacidade aeróbica-VO<sub>2</sub> máx.), e a 100%, a concentração ficou acima de 9 mmol/l (produção de lactato e tolerância a lactato). De acordo com essa indicação, observa-se que o grupo responde de maneira homogênea em percentuais onde se objetiva aquecimento ou soltura, sub-aeróbico e resistência.

Pelos dados relatados, os atletas mostram individualidades biológicas e que necessitam de ajustes na série em esforços acima de 90%. Em trabalhos em zona de limiar anaeróbico e acima, a concentração de lactato, a FB e o CB se mostram bastante diferentes. Essas diferenças nos permitem afirmar que o grupo não está conseguindo manipulá-las a ponto de atingir um menor gasto energético. Pode-se assegurar que os atletas fizeram adaptações no seu estilo de nado a cada repetição realizada, essa mudança ocorreu com o aumento do esforço exigido pelo protocolo. Essa mudança é nada favorável, pois sabemos que quanto maior a FB tanto maior será o gasto energético.

## CONCLUSÕES

Face os resultados obtidos e com base no referencial teórico conclui-se que:

Para as três variáveis, concentração de lactato, frequência de braçada e comprimento de braçada, os resultados foram semelhantes no sentido de apresentarem maiores variabilidades nas maiores intensidades. Especificamente, a concentração do lactato, aumentou de forma crescente com a intensidade, porém não linear ao incremento da velocidade, não havendo diferenças significativas na concentração de lactato nas passagens das intensidades de 80% para 85% e de 85% para 90%; b) a frequência de braçada, também aumentou com o incremento da intensidades. Não houve diferença significativa nas passagens das intensidades de 80% para 85%, 85% para 90% e 90% para 95%; c) o comprimento de braçada,



diminuiu com a intensidade, sendo que a 80% de intensidade foi significativamente menor que 95% e 100%; a 100% foi significativamente maior que 80% e 85% de intensidade, e não houve diferença significativa no CB nas passagens das intensidades de 80% para 85%, 80% p;

Houveram altas correlações entre as variáveis estudadas, sendo positiva entre lactato e frequência de braçadas, e negativas entre lactato e comprimento de braçadas e entre comprimento e frequência de braçadas. Mesmo sendo altas estas correlações os atletas não conseguiram controlar proporcionalmente a frequência e o comprimento de braçada, pois houve um declínio de aproximadamente de 20% do início ao fim da série no comprimento da braçada, enquanto que a frequência de braçada aumentou aproximadamente 53%.

Observou-se que perante todas as variáveis estudadas, o grupo respondeu de forma mais homogênea em esforços abaixo do limiar anaeróbico, e a partir de 95% o grupo apresentou maiores diferenças, as quais podem ser explicadas, possivelmente, pelo tipo de treino aplicado aos mesmos, identificando a necessidade de treinos individualizados.

Como o gasto energético na natação é produto de duas variáveis: velocidade e técnica de nado, e conseguir determinar a velocidade de nado ideal para cada zona energéticas não basta para uma boa performance, mas também um bom trabalho de técnica de nado e, o maior problema está em saber controlar e/ou treinar essas variáveis. O controle dessas variáveis é um desafio para técnicos e atletas no sentido de melhorar a performance.

Os resultados desse trabalho serviram para demonstrar quanto os atletas tem dificuldade em ajustar a velocidade de nado com FB e CB. Por outro lado, esses dados mostram a necessidade de se buscar um controle dessas variáveis para melhora do desempenho atlético, condição alcançada através do planejamento de treino adequado aos nadadores. Como sugestão, seria interessante um estudo que analisasse os movimentos sub-aquáticos, para caracterizar a participação da força de sustentação e arrasto na fase propulsiva dos membros superiores;

A série de 8x200 m nado livre foi

adequada para avaliar as alterações na capacidade aeróbica e a técnica de nado, fornecendo subsídios para determinação das velocidades de treinamento e zonas de treinamento com objetivos específicos.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Costill DL, Maglischo EW, Richardson AB. **Swimming**. FINA: Blackwell Scientific Publications; 1992.
2. Gomes ALM, Dantas EHM, Cameron LC. Respostas fisiológicas e mecânicas do treinamento intervalado, de alta intensidade, de distâncias curtas a longas em atletas de natação. **Fitness & Performance Journal**. 2003; 2(2):75-81.
3. Gomes FP. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel AS; 1990.
4. Hay JG. **Biomecânica das técnicas desportivas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana; 1981.
5. Issurin VB, Kaufman LE, Tenenbaum G. Modeling of velocity regimes for anaerobic and aerobic power exercises in high-performance swimmers. **J Sports Med Phys Fitness**. 2001; 41(4):433-440.
6. Laughlin T. **Swimming faster by swimming slowly**. 1999; Disponível em: <http://www.swiminfo.com/articles/swimtechnique/articles> [2002 março 05].
7. Maglischo E W. **Nadando ainda mais rápido**. São Paulo: Ed. Manole; 1999.
8. Maughan R, Gleeson M, Greenhaff P. **Bioquímica do exercício e do treinamento**. São Paulo: Manole; 2000.
9. Navarro FV. **Curso de treinamento em alto nível: Módulo I e II**. Belo Horizonte: Federação Aquática Mineira; 1996.
10. Olbrecht J, Mabsen O, Mader A, Liensen H, Hollmann W. **Relação entre velocidade em natação e concentração láctica durante exercícios de treinamento contínuos e intermitentes**. 2002; Disponível em: <http://www.swimgo.com.br/pagna.treinamento/art15.phd>. [2002 mar 05].
11. Powers SK, Howley ET. **Fisiologia do exercício teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 3. ed. São Paulo: Manole; 1997. Traduzido por Dr. Marcos Ikeda em 2001.
12. Reischle K. **Biomecânica de la natacion**. Madrid: Ed. Gymnos; 1993.
13. Santos SS, Silva CR, Domiciano LP. Determinação do comportamento da frequência e do comprimento de braçadas em diferentes velocidades de nado. **Anais do X Congresso Brasileiro de Biomecânica**. Ouro Preto: UFMG; 2003. p. 136-139.

- 
14. Santos SS, Silva CR, Domiciano LP. A relação entre o comprimento e a frequência de braçadas na estratégia de provas curtas de natação. **Anais do X Congresso Brasileiro de Biomecânica**. Ouro Preto: UFMG; 2003.p. 132-135.
15. Troup JP. Selection of proper work duration and rest interval for high-intensity swims of 200 meters. **Swimming Technique**. 1991; 28(2):24-29.
16. Villas-Boas PJ, Souto S, Pinto J, Ferreira MI, Duarte M, Silva JVS, Fernandes R, Souza F. Estudo cinemático 3D da afecção da técnica de nado pela fadiga específica da prova de 200m livres. **Anais do IX Congresso Brasileiro de Biomecânica**. Gramado: UFRGS; 2001.p. 31-41.
- 

**Endereço para correspondência:**

Sebastião Iberes Lopes Melo  
Rua Maria Eduarda, 506  
Pantanal Florianópolis SC  
CEP 88040-250  
e-mail: d2silm@udesc.br

Recebido em 10/12/2003

Revisado em 05/02/2004

Aprovado em 12/03/2004