

Cinemática do nado crawl em velocidade sustentada até a exaustão

Kinematics of the front crawl in sustained speed to exhaustion

FRANKEN M, CORREIA RA, MATOS CC, SILVEIRA RP, CASTRO FAS. Cinemática do nado crawl em velocidade sustentada até a exaustão. **R. bras. Ci. e Mov** 2018;26(4):5-12.

Marcos Franken^{1,2}
Ricardo de Assis Correia¹
Cristiano C. de Matos¹
Ricardo P. Silveira^{1,3}
Flávio A. de S. Castro¹

RESUMO: O objetivo deste estudo foi verificar as respostas da frequência média de ciclos de braçadas (FB) e da distância média percorrida por ciclo de braçada (DC) no nado crawl ao longo de série de natação na intensidade de 95% da velocidade média dos 400 m (V400), até a exaustão. Onze nadadores realizaram 400 m em máxima intensidade para determinação da V400, e, posteriormente, uma série a 95% da V400 (95v) com média de $2,88 \pm 1,37$ repetições de 400 m e intervalos de 40 s de repouso passivo, quarenta e oito horas após a V400. A duração da série a 95% da V400 foi normalizada a 100%, de modo individual, e posteriormente, foi dividida em cinco momentos (0, 25, 50, 75 e 100%) para a análise de FB e DC, que foram comparadas ao longo da série. Resultados: houve manutenção dos parâmetros cinemáticos apenas entre os momentos 0 e 25%. Ocorreram aumento da FB e diminuição da DC nos últimos momentos (75 e 100%) em comparação aos demais momentos da série 95v. Ao nadar nesta intensidade, que está situada o domínio de intensidade severa, nadadores não são capazes de manter a técnica constante ao longo da duração total da série.

Palavras-chave: Frequência média de ciclos de braçadas; Distância média percorrida por ciclo de braçada; Velocidade de nado.

ABSTRACT: The objective of this study was to investigate the stroke rate (SR) and the stroke length (SL) responses in front crawl along swimming training series in the intensity of 95% of the average velocity of 400 m (V400) until exhaustion. Eleven swimmers performed 400 m at maximum intensity for determining V400, and subsequently, a series of 95% the V400 (95v) with average 2.88 ± 1.37 trials of 400 m and intervals of 40 s of passive rest, 48 hours after the V400. The duration of the 95V was normalized to 100%, individually, and, later, it was divided into five moments (0, 25, 50, 75, and 100%) for the SR and SL analysis, which were compared over the series. Results: there was maintenance of kinematic parameters only between moments 0 and 25%. The SR increased and the SL decreased in the end of the series (75 and 100%) compared to other moments. When swimming at this intensity, which is situated in severe intensity domain, swimmers are not able to keep constant the technique over the entire duration of the series.

Key Words: Stroke rate; Stroke length; Swimming speed.

¹Grupo de Pesquisas em Esportes Aquáticos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
²Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
³Universidade de Verona

Introdução

A evolução do desempenho em natação está relacionada, dentre outros fatores, à melhora nos processos de avaliação e controle do treinamento, de forma sistemática, a partir das capacidades de ordem fisiológica (bioenergética), fatores biomecânicos (relacionados à técnica de nado) e psicológicos^{1,2,3}. A velocidade média de nado (VN), indicador de desempenho e parâmetro de avaliação, pode ser determinada pelo produto entre a frequência média de ciclos de braçadas (FB) e a distância média percorrida por ciclo de braçada (DC)^{4,5}, ambos indicadores das capacidades fisiológicas e técnicas de nado.

Os nadadores adotam, geralmente de maneira livre e preferida, a combinação que julgam ser mais eficiente entre a FB e a DC. Ambos, FB e DC, são representativos da capacidade técnica de um nadador⁶, e, tendem a se alterar de acordo com a instalação do processo de fadiga durante a execução de determinada tarefa⁷. A DC é influenciada pelas forças aplicadas sobre e pelo nadador na água e definida como a distância que o corpo do nadador se desloca para frente durante cada ciclo de braçadas⁵. Já a FB é definida como um valor que expressa o número de ciclos efetuados pelo nadador a cada unidade de tempo⁵ e depende do tempo que o nadador gasta nas fases propulsivas e não propulsivas da braçada. Há uma relação negativa entre FB e DC: aumento na DC deve, geralmente, gerar diminuição na FB; aumento na FB deve gerar, de maneira geral, diminuição na DC. Aumentos, tanto na DC, quanto na FB poderiam resultar em importantes incrementos na VN e, conseqüentemente, no desempenho desportivo⁵.

As diferentes estratégias a serem utilizadas no treinamento de natação, relacionadas ao comportamento das combinações entre DC e de FB para manutenção das velocidades, podem ser explicados por diversos fatores, tais como as características antropométricas⁸, a força muscular, o nível de desempenho⁸ e a eficiência propulsiva⁹. As estratégias adotadas pelos nadadores em relação ao comportamento da FB e da DC sob velocidades sustentadas em séries de treinamento na natação foram avaliadas em alguns estudos^{4,10,11,12}. Ribeiro *et al.*¹³ observaram aumento nos valores da FB e diminuição da DC em série de treinamento intervalado de cinco repetições de 400 m a velocidade relativa à velocidade crítica no nado crawl. Em outro estudo¹⁰, foram comparadas as respostas da FB em velocidades controladas relativas à velocidade crítica e ao teste de 30 minutos e não se observaram valores similares da FB ao longo de ambos os esforços. Ainda, foi observado aumento¹¹ na FB e diminuição na DC em intensidade 5% acima da máxima fase estável de lactato (MLSS). Essa diminuição na DC pode ser atribuída à ocorrência de fadiga muscular, diminuindo, dessa forma, a aplicação de força propulsiva, aumentando a FB de forma compensatória para manter a VN.

Em série de natação executada de forma contínua até a exaustão na intensidade de 95% da velocidade média dos 400 m (V400) foram encontrados: 1) manutenção da FB e da DC entre os momentos 0 e 20% da duração total; 2) aumento da FB apenas entre o momento 0% quando comparado aos momentos 40, 60, 80 e 100% e diminuição da DC dos momentos finais quando comparados aos momentos iniciais da série¹². Entretanto, não foram encontrados estudos que investigassem as respostas agudas de ambos, FB e DC, em nadadores de alto nível de desempenho ao longo de série de treinamento de forma intervalada na intensidade de 95% da V400 até à exaustão no nado crawl. Muitos treinadores optam por treinamento com séries de nado intervalado em vez de séries de nado contínuo, tal escolha pode levar a distintos comportamentos de parâmetros biomecânicos, indicadores das adaptações técnicas do nado. Assim, a escolha da série de forma intervalada na intensidade de 95% da V400 para identificação das respostas da FB e da DC é necessária para verificar as adaptações da técnica dos nadadores nesta condição específica.

A intensidade de 95% da V400 (acima da MLSS) se situa na zona de domínio de intensidade severa de exercício na natação e é muito utilizada em séries de treinamento para o desenvolvimento da capacidade e potência aeróbica e da técnica de nado¹⁴. O conhecimento dos impactos sobre a FB e a DC ao longo de uma série, com velocidade constante, até a exaustão nesta intensidade, pode oferecer informações importantes, tais como, por quanto tempo o nadador consegue manter FB e DC constantes. Assim, o objetivo geral deste estudo foi verificar as respostas

agudas da FB e da DC no nado crawl ao longo de série realizada à intensidade de 95% da V400 até a exaustão. A hipótese deste estudo foi de que houvesse aumento da FB e diminuição da DC ao longo da série, e tais alterações estariam relacionadas às adaptações da técnica pela fadiga causada pela intensidade severa do exercício.

Materiais e métodos

A amostra deste estudo, intencional e por conveniência, foi formada por onze nadadores (média $\pm$ desvios-padrão: idade: $20,8 \pm 7,1$ anos; estatura: $1,80 \pm 0,07$ m; envergadura: $1,86 \pm 0,06$ m; massa corporal: $74,4 \pm 7,0$ kg; percentual do recorde mundial nos 400 m nado livre: $77,9 \pm 4,5\%$) participantes de competições de nível nacional e internacional nas provas de 400, 800 e 1500 m nado livre e águas abertas. Todos nadadores possuíam, pelo menos, quatro anos de experiência competitiva e 12 horas de treinamento semanal, com volume de treinamento aproximado, de 60.000 m por semana. Durante todos os testes, os atletas mantiveram suas sessões de treinamento de forma habitual. Os nadadores diminuíram seus níveis de exercício físico nas 24 horas e abstiveram-se do consumo de substâncias contendo cafeína nas 12 horas anteriores à realização dos protocolos desta pesquisa.

Todos os testes foram realizados na piscina de 25 m (média $\pm$ desvios-padrão: temperatura da água: $29,5 \pm 0,7^\circ\text{C}$; temperatura do ar: $24,2 \pm 0,9^\circ\text{C}$) nos horários regulares de treino. Os participantes foram informados de todos os procedimentos prévios e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido para participar do estudo. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Instituição local (número de registro 17367).

Protocolo

Os nadadores realizaram dois protocolos distintos: (1) após aquecimento prévio de 800 m de forma livre, uma repetição de 400 m, em máxima intensidade (V400); (2) uma série a 95% (95v) com repetições de 400 m e intervalos de 40 s de repouso passivo¹⁴, no mínimo quarenta e oito horas após a V400, até a exaustão. Na série 95v, os participantes foram incentivados a realizar o maior número possível de repetições de 400 m na velocidade pré-definida.

A velocidade de nado foi imposta por meio de um *pacer* visual sub-aquático (*Technical Instrument for Cycle Observation, Porto Alegre, Brasil*) com *flashes* luminosos (resolução de $0,01 \text{ m.s}^{-1}$; variação possível entre 0,00 e $5,00 \text{ m.s}^{-1}$). Foi adotado como critério de ocorrência da exaustão, e consequente suspensão do teste, quando o nadador não conseguiu mais acompanhar os *flashes* luminosos. Esse critério foi adotado para que não ocorresse variação na intensidade da série e a velocidade fosse realmente sustentada no máximo de tempo possível. O tempo total até a ocorrência da exaustão (TTE) foi obtido pelo tempo de esforço entre o início e o final da série, do qual os intervalos de recuperação passiva, após cada repetição, foram excluídos.

Parâmetros cinemáticos

Para a determinação dos parâmetros cinemáticos, foram seguidos procedimentos já descritos na literatura¹⁵: foi demarcada uma faixa entre os 10 e 20 m na piscina, medindo 10 m. Com auxílio de cronômetros (*Technos, modelo 100 lap memory, Suíça*), com resolução de 0,01 s, foram registrados os tempos das parciais de 10 m (T10) e o tempo para a execução de três ciclos de braçada (T3c), por dois avaliadores experientes, sendo utilizados posteriormente para o cálculo da FB e da DC em cinco momentos: aos 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da duração total da série 95v. A FB (ciclos.min^{-1}) foi obtida utilizando o tempo (s) necessário para a execução de três ciclos de braçada (T3C) no espaço de 10 m, conforme descrito na Equação 1, onde FB representa a frequência média de ciclos de braçadas e T3C é o tempo médio necessário para a realização de três ciclos completos de braçada:

Equação 1

$$FB = (3/T3C).60$$

A VN foi determinada a cada trecho de 10 m, conforme descrito na Equação 2, onde VN é a velocidade média de nado, Δd representa a distância no trecho de 10 m e Δt é o tempo para nadar a distância de 10 m:

Equação 2

$$VN = \Delta d / \Delta t$$

A DC foi determinada pela razão entre a VN e a FB média, conforme descrito na Equação 3, onde DC é a distância média percorrida por ciclo (m.ciclo⁻¹), VN é a velocidade média de nado (m.s⁻¹) e FB é a frequência média de ciclos (ciclos.min⁻¹):

Equação 3

$$DC = VN / (FB.60^{-1})$$

Como o TTE varia de um nadador para o outro, a duração da série a 95% da V400 foi normalizada a 100%, de modo individual e posteriormente foram determinados os cinco momentos (0, 25, 50, 75 e 100%) para a análise das variáveis ao longo da série (0% foi considerada somente a partir dos 50 m iniciais da primeira repetição da série para os nadadores estabilizarem o ritmo ideal, 25, 50, 75 e 100% foram considerados para todo o TTE (relativos a trechos de 25 m de cada TTE, independentemente do número de repetições 400 m realizado). Apenas ciclos de braçada não-respiratórios foram considerados nas análises.

Análise estatística

Após analisada a normalidade dos dados com a aplicação do teste de *Shapiro-Wilk*, foram calculadas as médias e os desvios-padrão. Entre os valores de FB e DC nos cinco momentos (0, 25, 50, 75 e 100%) durante a série 95v foi aplicada ANOVA para medidas repetidas. A esfericidade dos dados foi verificada com o teste de Mauchly. Quando necessário, foi aplicado o fator de correção Epsilon de Greenhouse-Geisser. Os efeitos principais foram verificados por um teste *post-hoc* de Bonferroni. Tamanho de efeito foi verificado com a aplicação do teste η^2 . Os cálculos foram realizados no programa SPSS v. 20.0, com o nível de significância adotado de 5%.

Resultados

A média dos valores da V400 do grupo de nadadores no presente estudo foi de $1,45 \pm 0,08$ m.s⁻¹. Já, a velocidade média da série 95v foi de $1,37 \pm 0,01$ m.s⁻¹, a média do número das repetições foi de $2,88 \pm 1,37$ e o TTE médio foi de $17,5 \pm 9,1$ min. A Tabela 1 apresenta os valores de FB e DC nos cinco momentos (0, 25, 50, 75 e 100%) da série 95v.

Tabela 1. Valores médios e desvios-padrão da FB e da DC nos cinco momentos durante a série 95v; n = 11.

	0%	25%	50%	75%	100%
FB (ciclos.min ⁻¹)	32,28 ± 4,24	34,42 ± 3,61	35,75 ± 3,51 ^{a,b}	36,37 ± 3,50 ^{a,b}	36,61 ± 3,75 ^{a,b,c}
DC (m.ciclo ⁻¹)	2,32 ± 0,15	2,21 ± 0,13	2,15 ± 0,11 ^{a,b}	2,10 ± 0,10 ^{a,b}	2,07 ± 0,12 ^{a,b,c}

^{a,b,c} diferença significativa com 0, 25 e 50%, respectivamente ($p < 0,05$).

Para a FB, ocorreu aumento significativo apenas nos dois últimos momentos (75 e 100%) em comparação aos demais momentos da série 95v ($F(4,40) = 21,191$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,679$). Entre os momentos iniciais (0 e 25%, até 4,3 ± 2,2 min) da série 95v, ocorreu manutenção da FB ($p > 0,05$). Já, na DC ocorreu diminuição significativa apenas nos dois últimos momentos (75 e 100%) em comparação aos demais momentos da série 95v ($F(4,40) = 25,709$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,720$). Entre os momentos iniciais (0 e 25%) da série V95, não houve diferença significativa para a DC ($p > 0,05$). Para ambos, houve importante tamanho de efeito da duração da série: 67,9% da variância da FB explicadas pelos momentos de análise e 72% da variância da DC explicadas pelos momentos de análise.

Discussão

O objetivo geral deste estudo foi verificar as respostas agudas da FB e da DC no nado crawl ao longo de cinco momentos da intensidade de 95% da V400 na natação até a exaustão. Houve manutenção dos parâmetros cinemáticos apenas entre os momentos 0 e 25%, sem adaptação inicial na técnica. No entanto, ocorreu aumento da FB e diminuição da DC nos últimos momentos (75 e 100% - final) em comparação aos demais momentos da série 95v. Estudos analisando as adaptações agudas de parâmetros cinemáticos a velocidades controladas na natação encontraram diminuição na DC e aumento na FB em intensidades acima da MLSS^{12,13,16,17}, o que pode ser explicado pela diminuição da capacidade de aplicar força propulsiva para superar o arrasto¹⁸.

Portanto, ocorrem alterações na FB para manter a VN apenas em intensidades acima da MLSS durante séries de treinamento intervalado com velocidades controladas^{12,13,17,18}. De acordo com Vilas-Boas e Fernandes⁷, esses parâmetros tendem a se alterar de acordo com a instalação do processo de fadiga durante a execução de alguma prova ou treinamento em natação. Conforme Castro e Mota¹⁹, parece existir um limite biomecânico, muito relacionado à intensidade de nado caracterizada por limiar anaeróbico, além do qual, a DC torna-se comprometida. Para a manutenção da VN em intensidades superiores a MLSS, nadadores costumam aumentar de forma compensatória a FB, uma vez que ocorre redução na DC²⁰. Dekerle *et al.*¹¹ verificaram em oito momentos (12,5%, 25%, 32,5%, 50%, 62,5%, 75%, 87,5% e 100%) ao longo de teste em quatro diferentes intensidades (5% abaixo da MLSS, similar a MLSS, 5% acima da MLSS na duração de 30 minutos e 5% acima da MLSS até a exaustão) que somente ocorreu aumento na FB e diminuição na DC entre os momentos finais (50%, 62,5%, 75%, 87,5% e 100%) quando comparados aos momentos iniciais da (12,5%, 25% e 32,5%) na intensidade de 5% acima da MLSS até a exaustão. Entre os momentos iniciais da série (12,5%, 25% e 32,5%) da série a 5% acima da MLSS até a exaustão, houve manutenção dos parâmetros da FB e da DC¹¹. Portanto, nesta intensidade ocorre também alteração de parâmetros biomecânicos (aumento da FB e diminuição da DC). A diminuição nos valores da DC foi de $2,76 \pm 0,53$ m.ciclo⁻¹ a $2,39 \pm 0,40$ m.ciclo⁻¹ e o aumento da FB foi (de $29,3 \pm 3,1$ ciclo.min⁻¹ a $32,5 \pm 2,4$ ciclo.min⁻¹) em intensidade de 5% acima da MLSS até a exaustão. Os resultados corroboram com os encontrados no presente estudo que investigou a intensidade de 95% da V400.

Ainda, no estudo de Dekerle *et al.*¹¹, os 10 atletas tiveram a velocidade média no teste de 400 m ($V400 = 1,37 \pm 0,12$ m.s⁻¹), inferior as do presente estudo ($V400 = 1,45 \pm 0,08$ m.s⁻¹). Assim, possivelmente a intensidade relativa a 95% da V400 seja acima da MLSS, podendo ser comparada, de modo mais objetivo, às intensidades 5% acima da

MLSS do estudo de Dekerle *et al.*¹¹.

Oliveira *et al.*¹⁷ também investigaram atletas com menor desempenho quando comparados aos do presente estudo ($V400 = 1,29 \pm 0,05 \text{ m.s}^{-1}$). Avaliaram 13 nadadores do sexo masculino (23 ± 9 anos) e verificaram alterações da FB e da DC nas intensidades relativas a 100 e 102,5% da MLSS de forma contínua (duração de 30 minutos) e intermitente (12 repetições de 150 s de duração). A velocidade foi maior na forma intermitente ($1,17 \pm 0,09 \text{ m.s}^{-1}$) quando comparada a forma contínua ($1,13 \pm 0,08 \text{ m.s}^{-1}$). Os autores¹⁷ encontraram aumento da FB e diminuição da DC ($p < 0,05$) a 102,5% da MLSS tanto de forma contínua como de forma intermitente, resultados que corroboram com os encontrados no presente estudo. Na intensidade de 100% da MLSS, a FB incrementou e a DC diminuiu ($p < 0,05$) na forma intermitente, porém, na forma contínua a FB se manteve constante ($p > 0,05$) e a DC diminuiu ($p < 0,05$). O diferente comportamento dos parâmetros de FB e DC na forma contínua e intermitente, para a mesma intensidade de 100% da MLSS, pode ser explicado pela maior velocidade que foi adotada na forma intermitente, o que determinou o aumento da FB nesta situação. No presente estudo, utilizou-se apenas uma forma contínua de série.

De acordo com Chollet *et al.*²¹, em situações de esforços de máxima intensidade, nadadores com maior habilidade técnica são capazes de manter maiores valores de DC por mais tempo. Por outro lado, de acordo com Pelarigo *et al.*¹⁶, a intensidade de MLSS representaria o limite superior para a manutenção de parâmetros da técnica durante testes com duração de 30 min. Porém, Figueiredo *et al.*¹⁸ verificaram em cinco momentos (0, 25, 50, 75 e 100%) ao longo de teste na intensidade de MLSS na duração de 30 minutos, que ocorreu aumento na FB e diminuição na DC apenas do último (100%) para o primeiro momento (0%) do teste (adaptação final) na intensidade de MLSS ($p < 0,05$). Portanto, nesta intensidade ocorre também alteração de parâmetros biomecânicos (aumento da FB e diminuição da DC).

Alberty *et al.*¹² verificaram manutenção da FB e da DC entre o primeiro e o segundo momento da série de treinamento contínuo a 95% da $V400$ ($p > 0,05$) e, aumento da FB apenas entre o primeiro momento quando comparado ao terceiro, quarto, quinto e sexto momentos da série ($p < 0,05$) e, diminuição da DC dos momentos finais quando comparados aos momentos iniciais da série ($p < 0,05$). Esses resultados corroboram com os achados do presente estudo, que apresentou manutenção dos parâmetros cinemáticos no período inicial da série (entre os momentos 0 e 25%, $p > 0,05$). No entanto, ocorreram alterações (aumento da FB e diminuição da DC) nos últimos momentos (75 e 100% - final) em comparação aos demais momentos da série 95v ($p < 0,05$). No entanto, cabe ressaltar que os nadadores do presente estudo possuíam um nível de desempenho maior quando comparados aos dos nadadores do estudo de Alberty *et al.*¹². Ainda assim, tiveram comportamentos semelhantes no que se refere às adaptações agudas nos parâmetros de FB e DC em série de treinamento de forma intervalada na intensidade de 95% da $V400$ até a exaustão.

Assim, os parâmetros estudados se alteram possivelmente como resposta a desenvolvimento de fadiga durante a série de treinamento intervalado na intensidade de 95% da $V400$, independentemente do nível de desempenho e da forma da série de treinamento contínuo-intervalado em intensidades anaeróbias (acima da MLSS)¹². Craig e Pendergast⁴ demonstraram que quanto maior for o nível de desempenho, menor será o número de possíveis combinações entre a DC e a FB a serem adotadas pelo nadador e, maior será a capacidade do nadador de manter os valores de DC e FB ao longo de uma série de treinamento a ser realizada com velocidade controlada, por exemplo. Ainda, a magnitude das possíveis alterações na FB e na DC diminuem das menores para as maiores intensidades de nado. Cabe ressaltar, como limitações do presente estudo, a não comparação com séries realizadas com repetições mais curtas (100 e 200 m, por exemplo) e a análise de nadadores do sexo masculino, apenas, sabendo-se das diferenças de custo energético e economia de nado entre nadadores e nadadoras.

Conclusões

Ao nadar em intensidade de 95% da V400, que está situada acima da MLSS, nadadores apresentam manutenção da técnica apenas nos momentos iniciais (até 25%) da duração total de uma série de treinamento intervalado quando for nadada até a exaustão.

Como aplicações práticas para o treinamento, treinadores e professores de natação devem observar, durante maior tempo possível, a manutenção da técnica nas sessões de treinamento na intensidade de 95% da V400. Ainda, o controle da técnica durante séries de treinamento de nado pode acrescentar informações importantes a respeito da adequação da técnica às demandas da tarefa a ser desenvolvida em busca do melhor desempenho.

Agradecimento

Ao CNPq pelo financiamento da compra dos equipamentos utilizados neste estudo via Bolsa Universal e a Bolsa de Mestrado concedida.

Referências

1. Termin B, Pendergast DR. Training using the stroke frequency-velocity relationship to combine biomechanical and metabolic paradigms. *J Swim Res.* 2000; 14: 9-17.
2. Mujika I, Padilla S, Pyne D. Swimming Performance Changes During the Final 3 Weeks of Training Leading to the Sydney 2000 Olympic Games. *Int J Sports Med.* 2002; 23: 582-587.
3. Fernandes RJ, Cardoso CS, Soares SM, Ascensão AA, Colaço PJ, Vilas-Boas JP. Time limit and VO2 slow component at intensities corresponding to VO2max in swimmers. *Int J Sports Med.* 2003; 24: 576-81.
4. Craig AB, Pendergast DR. Relationships of stroke rate distance per stroke and velocity in competitive swimming. *Med Sci Sports.* 1979; 11(3): 278-283.
5. Hay JG, Guimarães ACS. A Quantitative Look at Swimming Biomechanics. *Swim Tech.* 1983; 20(2): 11-17.
6. Toussaint HM, Beek PJ. Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports Med.* 1992; 13: 8-24.
7. Vilas-Boas JP, Fernandes R. Arrasto hidrodinâmico activo e potência mecânica máxima em nadadores pré-juniores de Portugal. *Rev Port Ciências Esp.* 2001; 1: 14-21.
8. Pelayo P, Alberty M, Sidney M, Potdevin F, Dekerle J. Aerobic potencial, stroke parameters, and coordination in swimming Front-crawl performance. *Int J Sports Physiol Perf.* 2007; 2: 347-359.
9. Zamparo P, Turri E, Peterson Silveira R, Poli A. The interplay between arms-only propelling efficiency, power output and speed in master swimmers. *Eur J App Physiol.* 2014; 114(6): 1259-1268.
10. Dekerle J, Sidney M, Hespel JM, Pelayo P. Validity and reliability of critical speed, critical stroke rate, and anaerobic capacity in relation to front crawl swimming performances. *Int J Sports Med.* 2002; 23: 93-8.
11. Dekerle J, Nesi X, Lefevre T, Depretz S, Sidney M, Marchand FH, *et al.* Stoking parameters in front crawl swimming and maximal lactate steady state speed. *Int J Sports Med.* 2005; 26: 53-58.
12. Alberty M, Sidney M, Pelayo P, Toussaint HM. Stoking characteristics during time to exhaustion tests. *Med Sci Sports Exerc.* 2009; 41(3): 637-644.
13. Ribeiro LFPR, Lima MCS, Gobatto CA. Changes in physiological and stroking parameters during interval swims at the slope of the d-t relationship. *J Sci Med Sport.* 2010; 13(1): 141-145.
14. Olbrecht J. The Science of Winning. Planning, periodization and optimizing swim training. Luton: Swimshop. 2000.
15. Franken M, Diefenthaler F, Moré FC, Silveira RP, Castro FAS. Critical stroke rate as a parameter for evaluation in swimming. *Motriz.* 2013; 19(4): 724-729.
16. Pelarigo JG, Denadai BS, Greco CC. Stroke phases responses around maximal lactate steady state in front crawl. *J Sci Med Sport.* 2011; 14: 168.e1-168.e5.
17. Oliveira MFM, Caputo F, Dekerle J, Denadai BS, Greco CC. Stoking Parameters during Continuous and Intermittent Exercise in Regional-Level Competitive Swimmers. *Int J Sports Med.* 2012; 33: 696-701.
18. Figueiredo P, Nazario R, Sousa M, Pelarigo JG, Vilas-Boas JP, Fernandes R. Kinematical Analysis along Maximal Lactate Steady State Swimming Intensity. *J Sports Sci Med.* 2014; 13(3): 610-5.

19. Castro FAS, Mota CB. Desempenho em 200 m nado crawl sob máxima intensidade e parâmetros cinemáticos do nado. *Rev Bras Biomec.* 2008; 17: 116-123.
20. Schnitzler C, Seifert L, Chollet D. Variability of coordination parameters at 400-m front crawl swimming pace. *J Sport Sci Med.* 2009; 8: 203-210.
21. Chollet D, Pelayo P, Delaplace C, Tourny C, Sidney M. Stroking characteristic variations in the 100-M freestyle for male swimmers of differing skill. *Percep Motor Skills.* 1997; 85: 167-177.