

**◊ INDICE DE BRAÇADA COMO INDICADOR DO NÍVEL DE ADEQUAÇÃO
MECÂNICA DA TÉCNICA EM NATAÇÃO**

STROKE INDEX AS A INDICATOR OF MECHANICAL ADEQUACY OF
SWIMMING TECHNIQUE

* J. Paulo VILAS-BOAS

RESUMO: O PRODUTO DA VELOCIDADE DE NADO (V) PELA DISTÂNCIA PERCORRIDA POR CICLO GESTUAL (DC) **STROKE INDEX** (IB) - É CONSIDERADO COMO UM INDICADOR DO NÍVEL DE ADEQUAÇÃO MECÂNICA DA TÉCNICA DE NADO. OS TRABALHOS QUE CONDUZIRAM A ESTA CONCLUSÃO CENTRARAM-SE NA ANÁLISE DA TÉCNICA DE CRAWL. NESTE TRABALHO É ESTUDADA A VALIDADE DESTE CRITÉRIO PARA A TÉCNICA DE BRUÇOS ATRAVÉS DA ANÁLISE DA CORRELAÇÃO ENTRE O PRODUTO V. DC E A RAZÃO ENTRE A FREQUÊNCIA CARDÍACA (FC) E A VELOCIDADE (V) DE NADO. FORAM ESTUDADOS 8 NADADORES NACIONAIS SENIORES DE ELEVADO NÍVEL DESPORTIVO NACIONAL, TENDO, CADA UM, REALIZADO DOIS CONJUNTOS DE SEIS PERCURSOS DE 4MN PERCORRIDOS A VELOCIDADES SUB-CRÍTICAS DIFERENTES. A DC FOI DETERMINADA ATRAVÉS DA ANÁLISE DE IMAGENS DE VIDEOTAPE TENDO-SE TOMADO EM CONSIDERAÇÃO APENAS OS 10M CENTRAIS DE CADA PERCURSO DE 25M. A FC FOI MONITORIZADA POR TELEMETRIA DO ELETROCARDIOGRAMA. O VALOR DE R CALCULADO PARA A GLOBALIDADE DA AMOSTRA ($R = -0.436$) FOI ESTATISTICAMENTE SIGNIFICATIVO ($p < 0.01$). NO ENTANTO, PARA CADA UM DOS 16 CASOS ESTUDADOS A CORRELAÇÃO SÓ FOI ESTATISTICAMENTE SIGNIFICATIVA ($p < 0.05$) EM 4, TENDO OS VALORES DE R SIDO POSITIVOS EM 2 CASOS E NEGATIVOS NOUTROS 2. EM CONCLUSÃO, O IB PARECE NÃO PODER SER TIDO COMO UM INDICADOR DO NÍVEL GLOBAL DE ADEQUAÇÃO MECÂNICA DA TÉCNICA DE BRUÇOS. NATAÇÃO, TÉCNICA, INDICE DE BRAÇADA, BRUÇOS.

* Prof. Assistente da Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

ABSTRACT: THE STROKE INDEX (SI), PRODUCT OF SWIMMING VELOCITY (V) AND DISTANCE PER STROKE (DS), IS CONSIDERED TO BE AN INDICATOR OF THE MECHANICAL ADEQUACY OF FRONT CRAWL SWIMMING TECHNIQUE. THIS STUDY EVALUATED THE VALIDITY OF THIS CRITERION TO THE BREASTSTROKE TECHNIQUE, THROUGH THE ANALYSIS OF THE VARIATION OF THE V.DS PRODUCT WITH THE HEART-RATE (HR) AND SWIMMING VELOCITY (V) RATIO. WE TESTED 8 NATIONAL ELITE SWIMMERS, WHICH SWIMMED FOR 6X4 MIN, WITH A 5 MIN. REST, TWICE, IN DIFFERENT SUBCRITICAL VELOCITIES. DS WAS DETERMINED BY VIDEOTAPE IMAGE ANALYSIS OF THE CENTRAL 10 METERS OF EACH 25 M LENGTH. HR WAS MONITORED BY RADIO TELEMETRY OF THE ELECTROCARDIOGRAM. THE R VALUE OBTAINED FOR GLOBAL SAMPLE ($R=-0.436$) WAS STATISTICALLY SIGNIFICANT ($p<0.01$). HOWEVER FOR EACH OF THE 16 CASES STUDIED, THE CORRELATION WAS ONLY SIGNIFICANT ($p<0.05$) IN 4 OF THEM, 2 POSITIVE AND 2 NEGATIVE. CONCLUDING, SI DOESN'T SEEM TO BE AN INDICATOR OF THE GLOBAL MECHANICAL ADEQUACY LEVEL OF THE BREASTSTROKE TECHNIQUE. SWIMMING, TECHNIQUE; STROKE INDEX; BREASTSTROKE.

1. INTRODUÇÃO

Atendendo ao elevado nível actual de ocupação diária com o treino, a evolução do rendimento desportivo dos nadadores impõe um progressivo incremento da eficiência do processo de treino. Neste sentido, torna-se determinante garantir a máxima especificidade das tarefas formativas, o que, por sua vez, implica uma necessária selecção de critérios de avaliação. Estes devem ser tão objectivos quanto possível e, simultaneamente, suficientemente simples para que possam ser utilizados pelo treinador.

De há muito se reconhece que a técnica desempenha um papel decisivo no complexo de factores determinantes do rendimento desportivo (Martin, 1982; Weineck, 1983; Cazorla et al., 1984; Costill, 1985). Alguns autores consideram, inclusivamente, que se trata do factor que evidencia maior potencial de desenvolvimento (Pendergast et al., 1978; Craig et al., 1979; Craig, 1984).

No domínio específico da avaliação objectiva do nível de adequação mecânica do gesto técnico em natação destacam-se: 1) os estudos dos padrões cinemáticos realizados por Counsilman (1969, 1971), Lewillie (1970), Clarys et al. (1973b), Barthels e Adrian (1975), Czabanski (1975), Reischle (1978, 1979) e Czabanski e Koszczyk (1979); 2) as análises dinâmicas realizadas por Schleihauf (1974, 1976, 1977, 1979), Wood (1979), Schleihauf et al. (1983) e Thayer et al. (1986) e 3) as análises energéticas, mais gerais e utilizando indicadores mais ou menos rigorosos, realizadas por Holmér (1972, 1974a, b, 1975, 1983), Rennie et al. (1973), di Prampero et al. (1974), Rennie et al. (1975), Kemper et al. (1976), Pendergast et al. (1977), di Prampero et al. (1978), Treffene et al. (1978), Treffene et al. (1979), Kemper et al. (1983), Montpetit et al. (1983), Lavoie et al. (1985), Van Handel et al. (1989a,b), Vilas-Boas (1987). Pesem embora os progressos registados nestes domínios, a operacionalização da maioria das técnicas imprescindíveis à realização daqueles tipos de análises é difícil e onerosa, não estando normalmente, por isso, ao alcance dos treinadores. Este facto conduziu à procura de procedimentos e indicadores simplificados, que fossem significativamente correlativos com o nível de adequação mecânica da técnica. Um destes indicadores é designado por índice de braçada - IB - (stroke index) e é dado pelo produto da velocidade de nado (V) pela distância percorrida pelo nadador em cada ciclo gestual - distância de ciclo (DC) - (Costill et al., 1985). Assume-se que quanto mais elevado for o IB mais adequada mecânicamente será a técnica utilizada. Lavoie et al. (1985) utilizaram uma medida similar (arm stroke index - ASI),

dado pela razão entre o número de ciclos em 125m e a velocidade de nado. Neste caso, considera-se que quanto mais elevado for o ASI, menos adequada mecânicamente será a técnica.

A validade quer do IB, quer do ASI é, normalmente, afirmada para as técnicas de nado alternado e especialmente para o crawl (Costill et al., 1985; Lavoie et al., 1985).

O objetivo deste trabalho consiste em analisar a validade deste critério para a técnica de bruços, através do estudo da sua correlação com a razão entre a frequência cardíaca (FC) e a velocidade de nado (V).

A razão $FC.V^{-1}$ foi considerada por Treffene et al. (1978) como uma medida quantitativa do nível global de adequação mecânica da técnica. A aceitação desta relação tem por pressuposto fundamental a variação linear da FC com o consumo de oxigênio por minuto (VO_2) para exercícios gerais realizados a velocidade inferior ao limiar anaeróbico (LAN) (Costil et al., 1967; Astrand e Rodahl, 1970; McArdle et al, 1971; Holmér, 1972, 1974b, c; Treffene 1975; Mathews e Fox, 1979; Treffene et al. 1979; Sady et al. 1983). Nesta medida, Treffene et al. (1978) referem-se que as razões $FC.V^{-1}$ e $VO_2.V^{-1}$ são proporcionais entre si, sendo a última de há muito considerada um indicador da habilidade técnica em actividades cíclicas (Schmidt-Nielsen, 1972; Holmér, 1972, 1974a, b, 1975, 1983; Rennie et al., 1973; Rennie et al, 1975; Pendergast et al., 1977; Pendergast et al., 1978; Lavoie e Nadeau, 1980; Boie e Montpetit, 1983; Montpetit et al., 1983; Craig, 1984; Costill et al., 1985; Lavoie et al., 1985; Stallman et al., 1989; van Handel et al., 1989a, b). Na mesma perspectiva Cavanagh e Kram (1985) referem que a economia é universalmente aceite como um critério fisiológico de **performance** eficiente. Entretanto, Pendergast et al., (1977) verificaram experimentalmente a igualdade entre a razão $VO_2.V^{-1}$ e a razão entre a intensidade da força de arrastamento oposta ao deslocamento do nadador (D) e a eficiência propulsiva total (e), a qual foi enunciada teoricamente por Rennie et al. (1973), di Prampero et al. (1974), Rennie et al. (1975), Pendergast et al. (1977), Pendergast et. (1978) e Holmér (1983).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado sobre uma amostra de 8 indivíduos caucasianos, 4 do sexo masculino e 4 do sexo feminino, nadadores sêniores de elevado nível desportivo nacional. No Quadro 1 são apresentadas as principais características da amostra.

As experiências decorreram numa piscina coberta e aquecida de 25 x 16 m, tendo a temperatura da água variado entre 26 e 27°C e a temperatura ambiente entre 24 e 26.5°C.

Para a determinação dos valores de IB e $FC \cdot V^{-1}$, cada nadador realizou por duas vezes o mesmo protocolo, com 72 h de intervalo, em condições ambientais idênticas e à mesma hora do dia. Numa utilizou a variante formal (BF) e noutra a variante natural (BN) da técnica de bruços.

O protocolo consistiu na realização de 6 percursos com a duração de 4 mn cada, nadados a velocidades sub-críticas constantes e diferentes entre si, sem partida de blocos e sem realização do ciclo motor subaquático depois das viragens. Entre cada percurso foi realizado um período de repouso passivo de 5 mn (Montpetit et al., 1983). A duração de 4 mn foi escolhida por forma a permitir a obtenção de um estado de equilíbrio decorrente da adaptação fisiológica do organismo à carga (**steady state - SS**), sendo conforme à duração prescrita por Astrand e Rodahl (1970) e Troup e Daniels (1986) e à utilizada por outros autores com a mesma finalidade (McArdle et al., 1971; Holmér, 1974a; Kemper et al., 1976; Kemper et al., 1983; Montpetit et al., 1983; Takahashi et al., 1983). Considerou-se como intensidade máxima a correspondente a valores de FC de 85% da frequência cardíaca máxima em natação ($FC_{máx.N}$). O estabelecimento deste critério baseou-se na correspondência entre o $VO_{2máx.}$ e a $FC_{máx.}$, referida por Andersen et al. (1971), Simonson (1971), Wyndham (1973) e Cunningham et al. (1984), e no facto de, para nadadores treinados, o LAN corresponder a aproximadamente 85% $VO_{2máx.}$ (di Prampero et al., 1978 e Troup e Daniels, 1986).

Quadro 1 - Principais características dos indivíduos que compõem a amostra e valores médios (X) e desvios padrão (SD) por subgrupo sexual.

Sexo	Masculino						Feminino					
	A	B	C	D	X	SD	E	F	G	H	X	SD
Indivíduos												
Peso (Kg)	89.0	66.0	81.0	73.5	77.4	9.9	56.5	53.5	65.5	54.5	57.5	5.5
Altura (cm)	178.0	166.0	180.4	176.0	175.1	16.3	162.5	171.0	162.5	157.2	163.3	5.7
Idade (anos)	19.3	18.3	17.3	17.3	18.1	.98	21.7	18.6	19.7	18.4	19.6	1.5

A FC_{máx.} N foi determinada 72 h antes do primeiro protocolo, tendo sido registrada nos 5 m finais de uma prova máxima de 200 m (Magel et al., 1969; Magel e McArdle, 1970; Treffene, 1978, 1980, 1983; Treffene et al., 1978 e Treffene et al., 1979). A prova foi realizada sem partida de blocos e a FC foi calculada por média de 3 batimentos consecutivos a partir do traçado electrocardiográfico (ECG) monitorizado por telemetria. A validade deste procedimento foi testada através de uma confrontação dos valores de FC_{máx.}N, expressos em percentagem da frequência cardíaca máxima registrada em tapete rolante (FC_{máx.}TR), com os referidos por outros autores (Vilas-Boas, 1987).

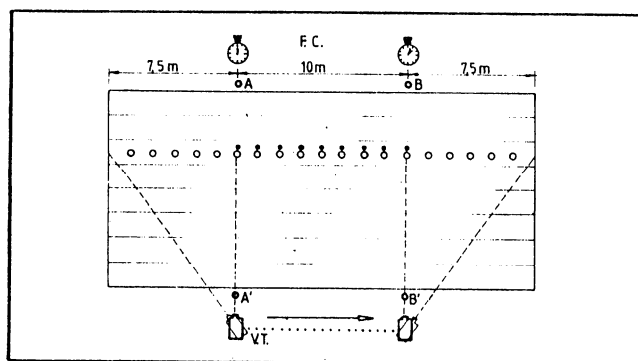
Para a monitorização do ECG por telemetria utilizamos um emissor marca Danika modelo T7-2 (224.7 Mhz) colocado sob a touca do nadador e um receptor da mesma marca (modelo CC.14). Os eléctrodos foram da marca S & W 999, colocados de acordo com a derivação CM5 que foi considerada por Magel et al. (1969) como o esquema de monitorização que proporciona melhor traçado electrocardiográfico em natação. Os cuidados tidos na colocação dos eléctrodos e os procedimentos seguidos para a sua impermeabilização foram anteriormente descritos (cf. Vilas-Boas, 1987).

Em cada percurso de 4 mn a FC foi registrada na zona média da piscina (12.5m) em todas as distâncias de 25 m percorridas, tendo sido determinada pelo método anteriormente descrito para a determinação da FC_{máx.}N.

Para a determinação da razão FC.V⁻¹ em cada percurso de 4mn de duração considerou-se como valor de FC a média dos valores re-

gistrados em SS - registros consecutivos com variação inferior a 5 bpm (Astrand e Rodahl, 1970). Todos os valores de FC foram expressos em percentagem (%) do valor de $FC_{m\acute{a}x.N}$. O valor de V foi obtido pela média dos valores de V calculados com base no tempo gasto para percorrer 10 m de nado puro (sem influência de viragens) em cada distância de 25 m (Craig et al., 1979). A distância de 10 m de nado puro foi demarcada por 4 postes verticais colocados dois em cada parede lateral da piscina a 7.5 m das paredes testa (Fig. 1). O tempo dispendido para percorrer cada distância de 10 m foi determinado pelo valor intermédio ou pelo valor repetido de 3 cronometragens realizadas por indivíduos experientes. Cada percurso de 4 mn foi registrado em videotape (VT) utilizando uma câmara Sony MF Trinicon, modelo DYC-164 OP e um gravador também Sony, modelo VO-4800 PS (sistema U-matic). O registro foi realizado de acordo com o descrito na Fig. 1.

Figura 1 - Representação esquemática dos procedimentos experimentais. Simbologia: postes verticais para a delimitação de 10 m de nado puro (A, A', B, B'); posicionamento da câmara de videotape (VT); deslocamento da câmara de VT (...); perspectiva de registro de VT (...); deslocamento do nadador (...); cronometragem (...); local de registro da frequência cardíaca (FC).



A DC para cada percurso de 4 mn foi determinada pela média dos valores de DC de cada percurso de 10 m, os quais foram determinados através do seguinte método: foram contados os ciclos gestuais inteiros (acção que decorre entre dois e sucessivos primeiros movimentos observáveis de afastamento entre si dos membros superiores, verificados depois de uma fase de extensão completa) realizados em cada percurso de 10 m, aos quais foram somadas,

quando foi caso disso, as parcelas de 1/4 de ciclo incluídas no percurso em causa e pertencentes quer ao ciclo imediatamente anterior aos postes dos 7.5 m, quer ao ciclo iniciado antes mas que termina depois dos postes dos 17.5 m. De acordo com Costill et al. (1985), o IB foi determinado pelo produto entre a V e a DC.

Os dados foram tratados estatisticamente através da determinação das rectas de regressão linear e dos coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre as variáveis $FC \cdot V^{-1}$ e $V \cdot DC$. A significância dos valores de r foi testada através da tabela de valores críticos publicada por Levin (1978).

3. RESULTADOS

Na Fig. 2 apresentamos a recta de regressão entre o inverso da economia e o IB, determinada tendo por base a totalidade dos pares de valores obtidos (6 por cada nadador em cada variante).

Figura 2 - Recta de regressão entre o inverso da economia ($FC \cdot V^{-1}$) e o índice de braçada ($V \cdot DC$), determinada tendo por base a totalidade dos pares de valores obtidos.

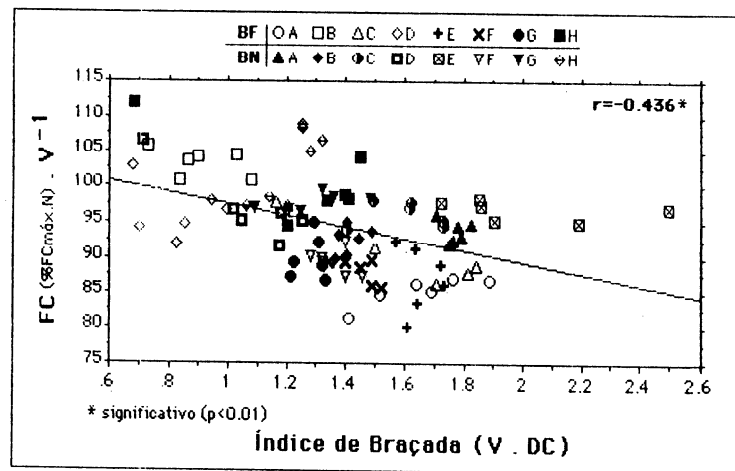
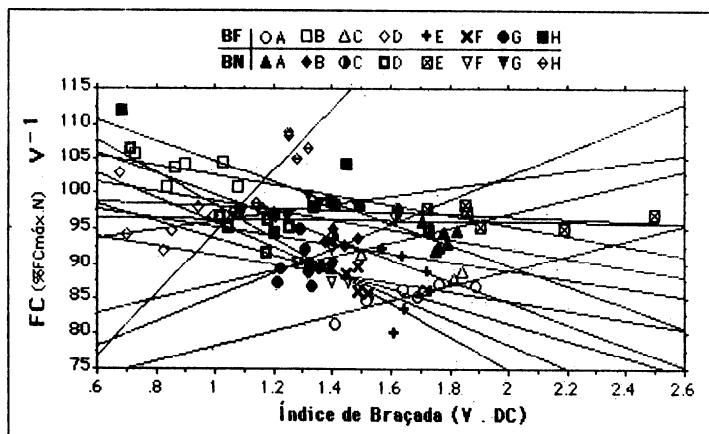


Figura 3 - Rectas de regressão linear entre o inverso da economia ($FC.V^{-1}$) e o índice de braçada (V.DC), obtidas para cada uma das situações testadas.



Quadro 2 - Valores do coeficiente de correlação linear de Pearson (r) obtidos para cada situação testada entre as variáveis $FC.V^{-1}$ e V.DC.

Variedade	BF	BN
Nadador		r
A	0.884*	-0.173
B	-0.457	0.400
C	-0.946**	-0.032
D	-0.203	-0.890*
E	-0.091	-0.328
F	-0.633	-0.420
G	0.162	0.639
H	-0.697	0.860*

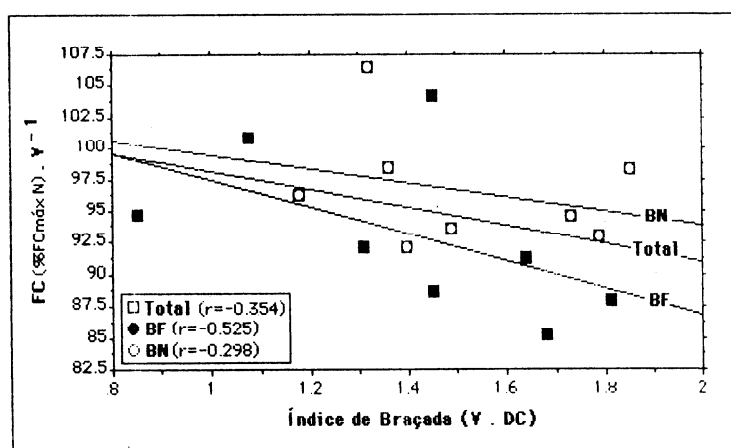
* Significativo ($p < 0.05$); ** Significativo ($p < 0.01$)

Na Fig. 3 apresentamos as rectas de regressão entre a razão $FC.V^{-1}$ e o IB obtidas para as 16 situações testadas (8 indivíduos utilizando duas técnicas de nado cada) e no Quadro 2 são apresen-

tados os respectivos valores do coeficiente de correlação de Pearson (r).

Na Fig. 4 apresentamos as rectas de regressão (total, para o BF e para o BN) e os valores de r determinados entre os valores de $FC \cdot V^{-1}$ e de IB obtidos para cada indivíduo à velocidade testada mais próxima de $0.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ($x=0.79 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, ± 0.03). Nenhum dos valores de r foi estatisticamente significativo ($p < 0.05$).

Figura 4 - Rectas de regressão (total, para o BF e para o BN) e valores de r determinados entre os valores de $FC \cdot V^{-1}$ e de V.DC obtidos para cada indivíduo à velocidade testada mais próxima de $0.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ($x=0.79 \text{ ms}^{-1}$, ± 0.03).



4. DISCUSSÃO

Da análise dos resultados apresentados na Fig. 2, pode-se verificar que a correlação entre o IB e o inverso da economia é estatisticamente significativa para a totalidade dos pares de valores obtidos. O facto desta correlação ser negativa parece indicar que quanto mais elevado for o IB mais adequada mecanicamente será a técnica de nado. Esta constatação é satisfatoriamente concordante com os resultados de Costill et al. (1985), autores que encontraram para a técnica de **crawl**, uma correlação significativa entre o IB e a razão $VO_2 \cdot V^{-1}$.

Muito embora estes resultados pareçam apontar para a validade do IB como critério para a avaliação do nível de adequação mecânica da técnica de braços, os resultados individuais apresentados na Fig. 3 e no Quadro 2 parecem comprometer esta perspectiva. Pode verificar-se que apenas em 4 casos as duas variáveis se

correlacionam de forma estatisticamente significativa. Destes, o valor de r foi positivo em 2 e negativo noutros 2. Esta constatação permite-nos pensar que, pelos menos para o bruços, o IB parece não poder ser utilizado, independentemente da velocidade, como critério para a comparação intraindividual do nível global de adequação mecânica da técnica. Isto fica a dever-se a uma variação dissemelhante de $FC.V^{-1}$ e $V.DC$ com a velocidade para a maioria dos casos estudados. Craig et al. (1979) encontraram uma variação diferente da DC com a velocidade para homens e mulheres executantes da técnica de **crawl**.

Relativamente às variações interindividuais das duas variáveis, os resultados da Fig. 4 revelam não existir uma correlação estatisticamente significativa, quer para a totalidade dos casos estudados, quer para as variantes formal (BF) e natural (BN) separadamente. Isto é, o IB não parece ser um indicador da variação interindividual do nível global de adequação mecânica da técnica de bruços. Estes resultados, porém, são contraditórios relativamente aos obtidos por Lavoie et al. (1985) para a técnica de **crawl**, autores que encontraram uma correlação de $r=0.938$ ($n=8$) entre o ASI e a razão $VO_2.d^{-1}$.

O facto de não termos estudado a relação entre as duas variáveis para os diferentes indivíduos nadando exactamente à mesma velocidade, poderá ter contribuído para esta diferenciação dos resultados. No entanto, o principal factor determinante da dissemelhança dos resultados do nosso estudo relativamente aos de outros autores parece-nos ter sido a especificidade biomecânica das técnicas de bruços e **crawl**. Teoricamente, a relação entre a economia e o IB obtida para velocidades máximas, parece poder variar, em consequência da utilização de velocidades submáximas, mais acentuadamente em bruços do que em **crawl**. Esta é uma técnica contínua onde as acções propulsivas se sucedem ininterruptamente no tempo. O bruços, especialmente nadado a baixas velocidades, é, por outro lado, uma técnica descontínua, onde aos tempos propulsivos se sucedem tempos resistivos de deslize. Esta diferenciação dá azo a que o dispêndio energético requerido para vencer a inércia constitua, no bruços relativamente ao **crawl**, uma porção mais importante do custo energético total.

Por outro lado, para a mesma velocidade submáxima o nadador poderá, em bruços, optar mais facilmente do que em **crawl** por diferentes padrões de sincronização. Um dado indivíduo poderá, assim, nadar a técnica de bruços à mesma velocidade com DC diferentes (e, portanto, IB diferentes), mantendo, com excepção para a velocidade segmentar, a mesma organização hidrodinâmica do gesto. Isto é, o

indivíduo pode optar por uma mais reduzida velocidade segmentar durante a fase motora, por um tempo de deslize também inferior e por uma frequência gestual (FG) superior ou, por outro lado, por uma velocidade segmentar propulsiva e um tempo de deslize superiores e por uma FG inferior. Utilizando maior FG (menor DC para igual V) o nadador reduz o dispêndio energético devido à inércia e, contrariamente ao que seria de esperar de acordo com a interpretação convencional do IB, a técnica torna-se mais econômica.

Uma das bases empíricas em que mais insistentemente se tem alicerçado a consideração de que a técnica mais adequada mecanicamente se caracteriza por valores superiores de DC, diz respeito à constatação de que os nadadores com melhores tempos evidenciam valores de DC superiores para a mesma velocidade de nado (Craig e Pendergast, 1978; Pendergast et al., 1978; Craig et al., 1979; Letzelter e Freitag, 1983). Letzelter e Freitag (1983) referem, porém, ter constatado uma grande variabilidade interindividual dos valores de DC e FG, tendo apenas constatado uma correlação estatisticamente significativa entre DC e o tempo de prova para os nadadores do sexo feminino ($r=-0.41$). Sem outros elementos de análise, não nos parece lícito considerar que o nadador com melhores resultados desportivos evidencia, necessariamente, a técnica mais apurada, facto que, pensamos, justificaria à partida que se considerasse com reservas a possibilidade de, daquela relação, se extrapolar que a valores superiores de DC correspondesse à técnica mais evoluida.

KINESIS

A LEITURA
QUE VOCÊ MERECE!

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDERSEN, K. L., SHEPARD, R.J.; DENOLIN, H.; VAN AUSAUS, E. e MASTRONI, R. **Fundamentals of Exercise Testing**. World Health Organization, Genève, 1971.
2. ASTRAND, P.-O e RODAHL, K. **Textbook of Work Physiology**. Mac-Graw-Hill, New York, 1970.
3. BARTHELS, K. M. E e ADRIAN, M.J. Three-dimensional spatial hand patterns of skilled butterfly swimmers. In: J.P. Clarys e L. Lewillie (eds.), **Swimming II**, pp. 154-160. University Park Press, Baltimore, 1975.
4. BOIE, G. e MONTPETIT, R.R. Energetic profile of the breaststroke: influence of morphological characteristics. **Can. J. Appl. Sp. Sci.** 10(40): 5P, 1985.
5. CAVANAGH, P.R. e KRAM, R. The efficiency of human movement a statement of the problem. **Med. Sci. Sports Exerc.**, 17(3):304-308, 1985.
6. CAZORLA, G.; MONTPETIT, R.; PROKOP, P. e CERVETTI, J-P. De l'évaluation des nageurs de haut niveau...à la détection des jeunes talents. In: Evaluation de la valeur physique, **Travaux et Recherches en E.P.S.** 7:185-208. I.N.S.E.P.- Publications, Paris. 1984.
7. CLARYS, J. P.; JISKOOT, J. e LEWILLIE, L. A. Kinematographic, electromyographic and resistance study of waterpolo and competition frontcrawl. In: S. Cerguiglioni, A Venerando e J. Wartenweiler (eds), **Biomechanics III**, pp. 446-452. S. Karger Verlag, Basel, 1973(a).
8. CLARYS, J. P.; JISKOOT, J. e LEWILLIE, L. L'emploi de traces lumineuses dans l'analyse biomécanique de différents styles de natation. **Kinanthropologie**, 5: 123-144, 1973(b).
9. COSTILL, D. L. The 1985 McCloy research lecture practical problems in exercise physiology research. **Res. Quart.** 56(4): 378-384, 1985.
10. COSTILL, D. L.; CAHILL, P. J. e EDDY, D. Metabolic responses to submaximal exercise in three water temperatures. **J. Appl. Physiol.**, 22(4): 628-632, 1967.
11. COSTILL, D. L.; KOVALESKI, J.; PORETR, D.; KIRWAN, J.; FIELDING, R. e KING, D. Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle distance events. **Int. J. Sports Med.** 6: 266-270, 1985.
12. COUNSILMAN, J.E. The role of sculling movements in the arm pull. **Swim World**, 10(12): 6-7, 43, 1969.

13. COUNSILMAN, J. E. The application of bernoulli's principle to human propulsion in water. In: L. Lewillie e J. P. Clarys (eds.), **Proceedings of the First International Symposium on Biomechanics in Swimming, Waterpolo and Diving**, pp. 59-71. Universite Libre de Bruxelles, Bruxelles, 1971.
14. CRAIG, A.B., Jr. The basics of swimming. **Swim. Tech.**, Feb-Abr.: 22-27, 1984.
15. CRAIG, A.B., Jr.; BOOMER, W. L. e GIBBONS, J.F. Use of stroke rate, distance per stroke and velocity relationships during training for competitive swimming. In: J. Terauds e E.W. Bedingfield (eds.), **Swimming III**, pp. 265-274. University Park Press, Baltimore, 1979.
16. CRAIG, A.B., Jr., e PENDERGAST, D.E. Relationship of stroke rate, distance per stroke and velocity in competitive swimming. **Med. Sci Sports Exerc.**, 11:278-283, 1978.
17. CUNNINGHAM, D.A., PATERSON, D. H.; e BLIMKIE, J.R. The development of the cardiorespiratory system with growth and physical activity. In: R.A. Boileau (ed.), **Advances in Pediatric Sport Sciences**, vol.11, pp. 85-116. Human Kinetics Publishers, Champaign, Illinois, 1984.
18. CZABANSKI, B. Asymetry of the lower limbs in breaststroke swimming. In: J. P. Clarys e Lewillie (eds.), **Swimming II**, pp. 207-213. University Park Press, Baltimore, 1975.
19. CZABANSKI, B. e KOSZCZYC, T. Relationship between stroke asymmetry and speed of breaststroke swimming. In: J. Terauds e E. W. Bedingfield (eds), **Swimming III**, pp. 148-152. University Park Press, Baltimore, 1979.
20. DI PRAMPERO, P. E.; PENDERGAST, D.R.; WILSON, D. W. e RENNIE, D.W. Energetics of swimming in man. **J. Appl. Physiol.**, 37: 1-5, 1974.
21. DI PRAMPERO, P. E.; PENDERGAST, D. R.; WILSON, D.W. e RENNIE, D. W. Blood lactic acid concentrations in high velocity swimming. In: B. Eriksson e B. Furberg (eds.), **Swimming Medicine IV**, pp. 249-261. University Park Press, Baltimore, 1978.
22. HOLMÉR, I. Oxygen uptake during swimming in man. **J. Appl. Physiol.**, 33:502-509, 1972.
23. HOLMÉR, I. Propulsive efficiency of breaststroke and freestyle swimming **Eur. J. Appl. Physiol**, 33: 95-103, 1974(a).
24. HOLMÉR, I. Energy cost of arm stroke, leg kick and the whole stroke in competitive swimming styles. **Eur. J. Appl Physiol**, 33:105-118, 1974 (b).

25. HOLMÉR, I. Physiology of swimming man. *Acta Physiol. Scand.*, (Supl. 407), 1974(c).
26. HOLMÉR, I. Efficiency of breaststroke and freestyle swimming. In: J. P. Clarys e L. Lewillie (eds.), **Swimming II**, pp. 130-136. University Park Press, Baltimore, 1975.
27. HOLMÉR, I. Energetics and mechanical work in swimming. In: A. P. Hollander, P. A. Huijing e G. de Groot (eds.), **Biomechanics and Medicine in Swimming**, pp. 154-164 Human Kinetics Publishers. Champaign, Illinois, 1983.
28. KEMPER, H. C. G.; VERSCHUUR, R., CLARYS, J. P. JISKOOT, J. e RIJKEN, H. Efficiency of swimming the front crawl. In: P. V. Komi (ed), **Biomechanics VB**, pp.243-249. University Park Press, Baltimore, 1976.
29. KEMPER, H. C. G.; VERSCHUUR, R.; CLARYS, J. P. e JISKOOT, J. Total efficiency and swimming drag in swimming the front crawl. In: A. P. Hollander, P.A. Huijing e G. de Groot (eds.), **Biomechanics and Medicine in Swimming**, pp. 199-206. Human Kinetics Publishers Champaign, Illinois, 1983.
30. LAVOIE, J. M.; LÉGER, L. A.; LEONE, M. e PROVENCHER, P.J. A maximal multistage swim test to determine the functional and maximal aerobic power of competitive swimmers. *J. Swim Research* 1(2):17-22, 1985.
31. LAVOIE, J. M. e NADEAU, M. La natation. In: M. Nadeau e F. Péronnet (eds.) **Physiologie Appliquée de L'Activité Physique**, pp. 95-106. Vigot, Paris, 1980.
32. LETZELTER, H e FREITAG, W. Stroke Length and Stroke Frequency Variations in Men's and Women's 100-m Freestyle Swimming. In:A. P. Hollander, P. A. Huijing e G de Groot (eds.), **Biomechanics and Medicine in Swimming**, pp. 315-322. Human Kinetics Publishers Champaign, Illinois, 1983.
33. LEVIN, J. **Estatística Aplicada às Ciências Humanas**. Harper e Row do Brasil, São Paulo, 1978.
34. LEWILLIE, L. Analyse des différentes styles de nage par traces lumineuses. *Educ. Phys. et Sport*, 103: (Supl. Doc. et Res. 17), 1970.
35. MAGEL, J. R. e McARDLE, W. D. Propelling force and metabolic and circulatory considerations in swimming. *Scholastic Coach*, 40:58-67, 1970.
36. MAGEL, J. R.; McARDLE, W. D. e GLASER, R. M. Telemetered heart rate response to selected competitive swimming events. *J. Appl. Physiol.*, 26: 764-770, 1969.
37. MARTIN, D. Die leistungsfähigkeit und entwicklung der kinder als grundlag fur den sportlichen leistungsaufbau. Beihett zu

Leitungssport, 28:47-64, 1982.

38. MATHEWS, D. K. e FOX, E.L. **Bases fisiológicas da Educação Física e dos Desportos.** (2ª edição.). Interamericana, Rio de Janeiro, 1979.
39. McARDLE, W. D. GLASER, R. M. e MAGEL, J. R. Metabolic and cardiorespiratory responses during free swimming and treadmill walking, *J. Appl. Physiol.*, 30, 733-738, 1971.
40. MONTPETIT, R.R.; LAVOIE, J. -M. e CAZORLA, G. Aerobic energy cost of swimming the front crawl at high velocity in international class and adolescent swimmers. In: A. P. Hollander, P.A. Huijting e G. de Groot (eds.), **Biomechanics and Medicine in Swimming**, pp. 228-234 Human Kinetics Publishers. Campaign, Illinois, 1983.
41. PENDERGAST, D. R.; Di PRAMPERO, P. E.; CRAIG, A. B.; Jr. e RENNIE, D. The influence of some selected biomechanical factors on the energy cost of swimming. In: B. Eriksson e B. Furberg (eds.), **Swimming Medicine IV**, pp. 367-378. University Park Press, Baltimore, 1978.
42. PENDERGAST, D. R.; di PRAMPERO, P. E.; CRAIG, A. B.; Jr.; WILSON, D. R. e RENNIE, D. Quantitative analysis of the front crawl in men and women. *J. Appl. Physiol.* 43: 475-479, 1977.
43. REISCHLE, K. Lighstreak photography: a simple method for recording movement patterns. In: B. Eriksson e B. Furberg (eds.), **Swimming Medicine IV**, pp. 408-414. University Park Press, Baltimore, 1978.
44. REISCHLE, K. A. Kinematic investigation of movement patterns in swimming with photo-optical methods. In: J. Terauds e E. W. Bedingfield (eds.), **Swimming III**, pp. 127-136. University Park Press, Baltimore, 1979.
45. RENNIE, D. W. Di PRAMPERO, P. E.; WILSON, D. R. e PENDERGAST, D. R. Energetics of swimming the crawl stroke. *Fed. Proc.*, 32 (abstr.): 1125, 1973.
46. RENNIE, D. W. PENDERGAST, D. R. e DI PRAMPERO, P. E. Energetics of swimming in man. In: J. P. Clarys e L. Lewillie (eds.), **Swimming II**, pp. 97-104. University Park Press, Baltimore, 1975.
47. SADY, S. P.; SAVAGE, M. P. THOMSON, W. H. e PETRATIS, M. M. The reliability of the VO₂-HR relation during graded treadmill exercise in prepubertal boys and adult men. *Res. Quart.* 54(3): 302-304, 1983.
48. SCHLEIHAUF, R. E. Biomechanical analysis of freestyle. *Swim. Thec.*, 11: 89-96, 1974.

49. SCHLEIHAUF, R. E. Hydrodynamic analysis of breaststroke pulling profficiency. *Swim. Tech.*, Inverno: 100-105, 1976.
50. SCHLEIHAUF, R. E. Swimming propulsion: a hydrodynamic analysis: In: R. Ousley (ed), *ASCA World Clinic Year Book*, pp. 49-86. Fort Lauderdale, Florida, 1977.
51. SCHLEIHAUF, R. E. Jr. A hydrodynamical analysis of swimming propulsion. In: J. Terauds e W. Bedingfield (eds.), *Swimming III*, pp. 70-109. University Park Press, Baltimore, 1979.
52. SCHLEIHAUF, R. E.; GRAY, L. e DeROSE, J. Three dimensional analysis of hand propulsion in sprint front crawl stroke. In: A.P. Hollander, P. A. Huijing e G. de Groot (eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming*, pp. 173-183. Human Kinetics Publishers Campaign, Illinois, 1983.
53. SCHMIDT-NIELSEN Locomotion: energy cost of swimming, flying, and running. *Science*, 177:222-228, 1972.
54. SIMONSEN, E. *Physiology of Work Capacity and Fatigue*. Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, 1971.
55. STALLMAN, R. K.; HEMMER S.; MAJOR, J. e HAAVAAG, G. Energy expenditure in the breaststroke and theoretical survival time. In: B.E. Ungerechts, K. Wilke e K. Reichle (eds.), *Swimming Science V*, Human Kinetics Publishers. Champaign, Illinois, 1989.
56. TAKAHASHI, G.; NOMURA, T. YOSHIDA; A. e MIYASHITA, M. Physiological energy consumption during swimming, related to added drag. In: H. Matsui e K. Kobayashi (eds.), *Biomechanics VI-IIB*, pp. 842-847. Human Kinetics Publishers. Champaign, Illinois, 1983.
57. THAYER, A. T.; SCHLEIHAUF, R.E. HIGGINGS, J.R.; HINRICHS, R. N.; LUEDTKE, D. L.; MAGLISCHO, C.W. e MAGLISCHO, E. W. A hydrodynamic analysis of breaststroke swimmers (relatório preliminar de investigação). In: J.G. Hay (ed.), *Starting Stroking & Turning (A Compilation of Research on the Biomechanics of Swimming, The University, of Iowa, 1983-1986)*, pp. 131-143. University of Iowa, Iowa, 1986.
58. TREFFENE, R. Investigation of the ECG in sports and sports medicine using radiotelemetry. *Tese de Mestrado*. University of London, Londres, 1975.
59. TREFFENE, R. Swimming performance test. A method to training and performance time selection. *Aust. J. Sports Med.* 10:33-38, 1978.
60. TREFFENE, R. Swim training and control utilising physiological measurements. *Int. Swimmer*, 17: 13-16, 1980.

61. TREFFENE, R. J. Heart rate measurement technique in swimming performance prediction. In: A. P. Hollander, P. A. Huijting e G. de Groot (eds.), **Biomechanics and Medicine in Swimming**, pp. 339-344. Human Kinetics Publishers. Campaign, Illinois, 1983.
62. TREFFENE, R.; ALLOWAY, J. e JULL, J. Use of heart rate meter in swimming and athletic performance measurements. In: J. Terauds e E.W. Bedingfield (eds.), **Swimming III**, pp. 275-280. University Park Press, Baltimore, 1979.
63. TREFFENE, R. ALLOWAY, J. e SHAW, J. Use of heart rates in the determination of swimming efficiency. In: B. Eriksson e B. Furberg (eds.), **Swimming Medicine IV**, pp. 132-136. University Park Press, Baltimore, 1978.
64. TROUP, J. P. e DANIELS, J. T. Swimming economy: an introductory review. **J. Swim. Res.**, 2(1): 5-9, 1986.
65. VAN HANDEL, P. J.; KATZ, A.; MORROW, J. R.; TROUP, J. P.; DANIELS, J. T. e BRADLEY, P. W. Aerobic economy and competitive performance of U.S. elite swimmers. In: B.E. Ungerechts, K. Wilke e K. Reichle (eds.), **Swimming Science V**, Human Kinetics Publishers Champaign, Illinois, 1989 (a).
66. VAN HANDEL, P. J. KATZ, A.; TROUP, J. P.; DANIELS, J. T. e BRADLEY, P. W. Oxygen consumption and blood lactic acid response to training and taper. In: B. E. Ungerechts, K. Wilke e K. Reichle (eds.), **Swimming Science V**, Human Kinetics Publishers. Champaign, Illinois, 1989 (b).
67. VILAS-BOAS, J. P. **Estudo comparativo do nível global de adequação mecânica das variantes formal e natural da técnica de braços**. Dissertação apresentada para a prestação de Provas de Aptidão Pedagógica e de Capacidade Científica. ISEF-UP, Porto, 1987.
68. WEINECK, J. **Manuel d'entraînement**. Vigot, Paris, 1983.
69. WOOD, T.C. A fluid dynamics analysis of the propulsive potential of the hand and forearm in swimming. In: J. Terauds e E. W. Bedingfield (eds.), **Swimming III**, pp. 62-69. University Park Press Baltimore, 1979.
70. WYNDHAM, C.H. The work capacity of rural and urban bantu in south africa. **S. Afr. Med. J.**, 47: 1239- 1244, 1973.