

... a menor da observada relaciona-se com o ...  
... a ... quando acoplado à Aquatrainer® ...  
... a ... muito reduzido do que em ...



Figura 1. Condição de eficiência em modo contraincêido e modo livre.

**CONCLUSÕES**  
... a válvula Aquatrainer® induz ...  
... significativos na ...  
... durante uma prova máxima em ...  
... a cinemática da técnica. Braços não ...  
... diferenças significativas, apesar de ...  
... uma tendência para a subestimação ...  
... das variáveis analisadas. Assim, ...  
... as principais restrições impostas ...  
... ocorrerão noutras fases da ...  
... e momento da partida e da ...

**BIBLIOGRAFIAS**

[1] ... Y. Kaura, H. Direct linear ...  
... in: Proceedings of ...  
... Church Falls ...  
[2] ... Keskinen EL, Fernandes RJ, Colaço P, ...  
... Vilas-Boas JP. Energy cost and intracyclic variation ...  
... butterfly stroke. *Eur J Appl Physiol* 100:115-122, 2007.  
[3] ... Laro F, Portela A, Novais D, Machado ...  
... Gonçalves P, Fernandes RJ, Keskinen EL, Vilas-  
... relationship between energy cost, swimming velocity ...  
... competitive swimming strokes. In ...  
... Marques A (eds). Porto: Portuguese ...  
... 192-194, 2006.  
[4] ... Keskinen EL, Fernandes RJ, Vilas-Boas JP. ...  
... stroke mechanics into energy cost of elite ...  
... *Eur J Appl Physiol* 100:139-149, 2008.  
[5] ... Lima AH, Gonçalves P, Morouço P, Silva ...  
... Vilas-Boas JP. Videogrammetrically and ...  
... intra-cyclic variations of the ...  
... Vilas-Boas JP, Alves F, Marques A ...  
... *Portuguese Journal of Sport Sciences*, 6(supl 2): ...  
[6] ... Sørensen L, Ishihara H, Boudetteix L, Carter M. ...  
... coordination in flat breaststroke; 25: 486- ...

[7] ... V. ... V. ... a comparison of ...  
... with ...  
[8] ... D. ... D. ...  
...  
[9] ... A. ...  
...  
[10] ...  
...  
[11] ...  
...  
[12] ...  
...  
[13] ...  
...  
[14] ...  
...  
[15] ...  
...  
[16] ...  
...  
[17] ...  
...  
[18] ...  
...  
[19] ...  
...  
[20] ...  
...  
[21] ...  
...  
[22] ...  
...  
[23] ...  
...  
[24] ...  
...  
[25] ...  
...  
[26] ...  
...  
[27] ...  
...  
[28] ...  
...  
[29] ...  
...  
[30] ...  
...  
[31] ...  
...  
[32] ...  
...  
[33] ...  
...  
[34] ...  
...  
[35] ...  
...  
[36] ...  
...

### 3.3 EFICIÊNCIA DE NADO

A Fig. 3 apresenta a  $\dot{v}$  nas duas condições de exercício. Em ambas as situações, a  $\dot{v}$  de braços caracteriza-se por um perfil bimodal. Um primeiro pico está relacionado com a acção propulsiva dos membros superiores e o segundo pico com a acção propulsiva dos membros inferiores [5, 9]. Ainda assim, constata-se que a diminuição da  $v$  entre a acção dos membros superiores e inferiores é menos acentuada no nado livre e com uma maior dispersão de valores durante o nado constrangido. Isto poderá relacionar-se com diferentes estratégias de sincronização inter-segmentares durante esse tipo de nado, possivelmente por influência do equipamento.

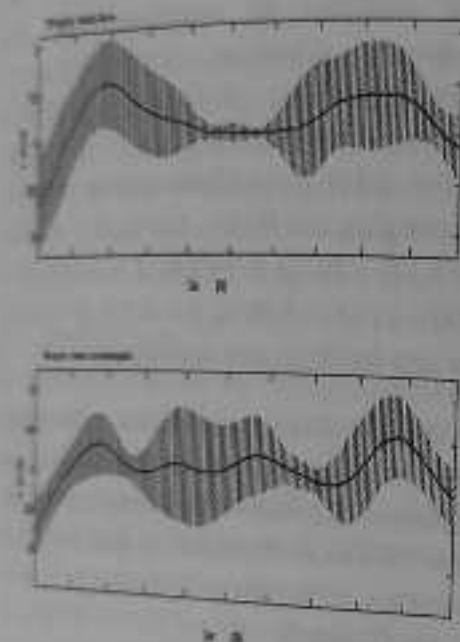


Fig. 3 Variação intra-cíclica da velocidade horizontal do centro de massa a braços em nado constrangido e nado livre.

A tabela 1 descreve os modelos matemáticos com melhor ajuste para a descrição da  $\dot{v}$ . Ambas as regressões apresentaram significado estatístico. Os coeficientes de determinação foram moderados ( $0.37 < R^2 < 0.47$ ). Este resultado pode ser explicável pelo facto de cada braço optar individualmente por um deslize mais ou menos acentuado [6, 15]. A relação entre curvas médias e curvas individuais está na base da discussão entre a perspectiva universalista versus a perspectiva

individual aquando da análise de dados. As curvas médias, produzidas de acordo com a perspectiva universalista, expressam valores intra-individuais que são partilhados pela maioria dos sujeitos estudados. Para o efeito, toma-se como pressuposto a não variação inter-individual e é reforçada a importância do valor modal ou normativo. Nesta circunstância, os valores individuais são tidos como variâncias residuais sem significado para o valor médio. Consequentemente, a precisão da estimativa aumenta e o coeficiente de determinação diminui na proporção directa das variações intra-individuais.

Tabela 1. Modelos matemáticos descritivos da variação intra-cíclica da velocidade horizontal do centro de massa em nado constrangido e nado livre.

Nado	Equação	$R^2$	$R_{adj}^2$	F	p
Livre	$Y = 0.714 + 0.128 \cdot X - 0.002 \cdot X^2 - 1.689E-4 \cdot X^3 + 6.646E-6 \cdot X^4 - 1.026E-7 \cdot X^5 + 7.61E-10 \cdot X^6 - 2.264E-12 \cdot X^7$	0.37	0.35	< 0.01	0.001
Constr	$Y = 0.875 + 0.123 \cdot X - 0.005 \cdot X^2 + 6.84E-5 \cdot X^3 - 9.79E-7 \cdot X^4 + 4.092E-8 \cdot X^5 + 4.561E-10 \cdot X^6 - 1.735E-12 \cdot X^7$	0.47	0.45	< 0.01	0.001

A Fig. 4 apresenta a comparação dos parâmetros adoptados para estimar a eficiência entre as duas condições de exercício. O  $\Delta$  ( $\Delta = -13.94\%$ ;  $Z = -1.183$ ;  $P = 0.24$ ) e a  $\dot{v}$  ( $\Delta = -0.16\%$ ;  $Z = -0.338$ ;  $P = 0.74$ ) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

Um elevado  $\dot{v}$  está fortemente associado a um menor custo energético [8]. Uma outra variável relacionada com um reduzido custo energético é uma menor  $\dot{v}$  [3]. Tal como no presente estudo, pelo menos um outro tinha verificado que a eficiência não era afectada significativamente com o nado constrangido [13]. A  $\dot{v}$  foi ligeiramente inferior durante o nado constrangido do que no nado livre. A  $\dot{v}$  apresenta uma relação polinomial (onde o coeficiente  $a < 0$ ) com a  $v$  [3]. Quer isto dizer

as normalizações das curvas de  $\dot{V}O_2$  em função do tempo foram efectuadas com recurso a MATLAB (v.6 R12, MathWorks Inc., Natick, EUA). Também foi calculada a similitude potencial de grau 7 entre a velocidade horizontal do centro de massa e a velocidade horizontal ( $P < 0.05$ ). Os modelos foram normalizados ( $P < 0.05$ ). Os modelos foram descritos baseiam-se em critérios estatísticos descritivos baseiam-se em critérios estatísticos descritivos ( $P < 0.05$ ). Os modelos foram descritos baseiam-se em critérios estatísticos descritivos ( $P < 0.05$ ).

A similitude (definida como  $Y \cap N$ ) foi determinada pelo teste de Wilcoxon. Dado o  $N$  reduzido ( $N < 30$ ) e a ausência de hipótese nula ( $H_0$ ), optou-se pela utilização de procedimentos não paramétricos. A comparação de todas as variáveis dependentes entre as duas condições de exercício com recurso a estatística não paramétrica (Teste de Wilcoxon) para  $P \leq 0.05$ . Os valores de  $Z$  apresentados baseiam-se nos dados brutos.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 PERFORMANCE

A Fig. 1 apresenta a comparação do  $T100$  entre as duas condições de exercício. O  $T100$  foi significativamente superior durante o nado constrangido do que em nado livre ( $\Delta = 6.26\%$ ;  $Z = -3.36$ ;  $P = 0.02$ ). Sem a válvula, os atletas cumpriram os 100 metros em 109.09  $\pm 2.21\%$  do seu recorde pessoal e com a válvula  $115.94 \pm 3.31\%$ .

A prova de natação é decomposta em quatro fases: partida, nado, viragem e chegada. A utilização da AquaTrainer® poderá ter impacto em algum ou alguns momentos da prova, daí a diferença significativa na performance. Por exemplo, a duração e profundidade dos deslizes após partida e viragem em nado constrangido são fortemente afectados. Foi sugerido que o acoplamento a uma válvula aumentava a força de arrasto em 10% [13, 17]; afectando desde logo a  $v$ , caso a força propulsiva se mantenha com idêntica magnitude.

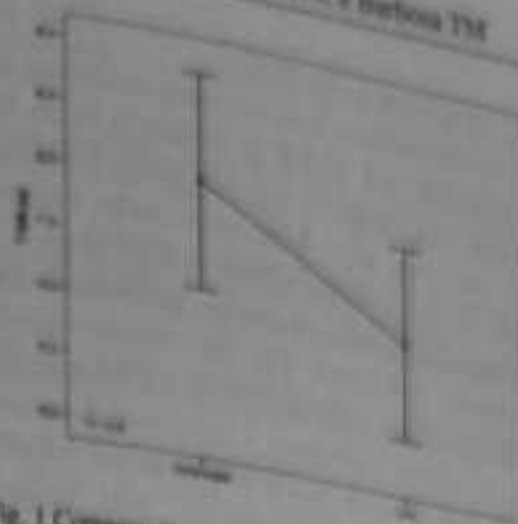


Fig. 1 Comparação da performance em nado constrangido e nado livre.

### 3.2 MECÂNICA DA BRAÇADA

A Fig. 2 apresenta a comparação dos parâmetros da mecânica da braçada entre as duas condições de exercício. Não se verificaram diferenças significativas em qualquer variável dependente. Contudo, verifica-se uma tendência para a FG ( $\Delta = 3.36\%$ ;  $Z = -1.214$ ;  $P = 0.23$ ) ser superior no nado constrangido. Já o  $P$  ( $\Delta = -3.24\%$ ;  $Z = -1.472$ ;  $P = 0.14$ ), a DC ( $\Delta = -3.62\%$ ;  $Z = -1.352$ ;  $P = 0.18$ ) e a  $v$  ( $\Delta = -5.98\%$ ;  $Z = -0.745$ ;  $P = 0.40$ ) tem uma tendência para diminuir.

De igual forma, os poucos estudos na literatura sobre esta matéria também não verificaram diferenças significativas [13] ao se nadar com uma "válvula de Tousaint", a qual tem uma geometria, volumetria e dimensões próximas da AquaTrainer®.

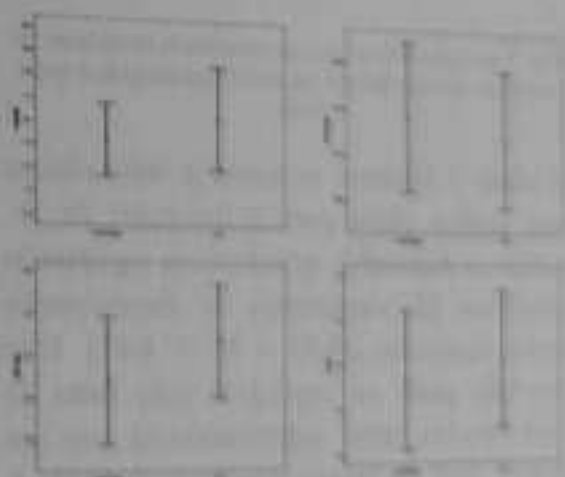


Fig. 2 Comparação da mecânica da braçada em nado constrangido e nado livre.



## CONSTRANGIMENTO MECÂNICO PROVOCADO PELA VÁLVULA AQUATRAINER® ASSOCIADA AO SISTEMA DE OXIMETRIA DIRECTA (K4 B<sup>2</sup>) NA CINEMÁTICA DE BRUÇOS

Cláudio M<sup>1</sup>, Roberto A<sup>2,3</sup>, Roberto VM<sup>4</sup>, Sérgio AJ<sup>5</sup>, Garrido N<sup>6,7</sup>, Louro H<sup>8</sup>, Martinho DA<sup>9</sup>, Baltazar C<sup>10</sup> e  
Barbosa TM<sup>1,11</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciências do Desporto, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

<sup>2</sup>Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, Vila Real, Portugal

<sup>3</sup>Escola Superior de Desporto do Rio Maior, Instituto Politécnico de Santarém, Santarém, Portugal

<sup>4</sup>Departamento de Desporto, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

<sup>5</sup>Departamento de Ciências da Saúde, Universidade de Roma, Roma, Itália

<sup>6</sup>Departamento de Desporto, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal (barbosa@ipb.pt)

**PALAVRAS-CHAVE:** Natação pura, Bruços, nado constrangido, nado livre, cinemática

**RESUMO:** O estudo teve como objectivo determinar o constrangimento cinemático provocado pela utilização de meio Aquatrainer® (Cosmed, Roma, Itália), integrada com o sistema portátil analisador aquático de nado Aquatrainer® (Cosmed, Roma, Itália), durante um esforço máximo na técnica de Bruços. O grupo K4 b2 (Cosmed, Roma, Itália), realizou dois percursos de dois percursos à intensidade máxima de 100 m, bruços, em piscina coberta na realização de dois percursos de dois percursos de 100 m, bruços, em piscina coberta. O percurso com o sistema de oximetria acoplado e outro em nado livre (sem o sistema de S) metras: um percurso mínimo de 48 horas por sete brucistas. Duas câmaras registaram os dados e um intervalo mínimo de 48 horas. As restantes variáveis não apresentaram diferenças significativas entre os dados a 115.94  $\pm$  3.31 %. As restantes variáveis não apresentaram diferenças significativas entre os dados a 115.94  $\pm$  3.31 %. As restantes variáveis não apresentaram diferenças significativas entre os dados a 115.94  $\pm$  3.31 %. Contudo, verifica-se uma tendência para a frequência gestual (3.56 Hz) ser superior com a utilização da válvula; a distância de ciclo (-8.47 %), a velocidade de nado (-1.58 %), e índice de nado (-13.94 %), a flutuação da velocidade do centro de massa (-0.16 %) e período do ciclo (-3.24 %) serem inferiores com a utilização da válvula. Em síntese, a válvula provocou maior constrangimento significativo na performance durante uma prova máxima em bruços.

### 1. INTRODUÇÃO

No domínio do desporto, presentemente, o analisador de gases portáteis K4 b<sup>2</sup> (Cosmed, Roma, Itália) é um dos mais usados em natação, assim como, no controlo e regulação do treino.

Com efeito, a sua utilização em Natação Pura (natação) é descrita em diversos artigos publicados nos últimos anos [p.e., 2-4, 14]. A válvula de Toussaint<sup>®</sup> [17]. Entretanto a utilização da válvula com o dito analisador foi

descrita como tendo uma boa validade e fiabilidade em diversos parâmetros fisiológicos [e.g., 12, 16].

No mercado também está disponível uma válvula respiratória para o meio aquático que é comercializada enquanto equipamento opcional do K4 b<sup>2</sup> e que se intitula de AquaTrainer<sup>®</sup> (Cosmed, Roma, Itália).

Contudo, na literatura não existe nenhum estudo analisando os efeitos desta válvula respiratória sobre a cinemática em qualquer