

# ANÁLISE DAS COMPONENTES DA PROVA COMO PONTO DE PARTIDA PARA A DEFINIÇÃO DE OBJECTIVOS NA NATACÃO NO GÉNERO FEMININO E NO ESCALÃO DE JUVENIS: PROVAS ALTERNADAS E SIMULTÂNEAS

## **Autores:**

Carolina Szolimowski Ribeiro<sup>1</sup>; Hugo Louro<sup>2,3</sup>; António Silva<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>UTAD; <sup>2</sup>ESDRM; <sup>3</sup> CIDESD

Os objectivos deste estudo foram: (i) determinar as expressões preditivas para as diferentes variáveis cronométricas para o agrupamento de provas alternadas e simultâneas de diferentes distâncias (100 metros bruços, 100 metros costas, 200 metros mariposa e para os 200 metros livres); (ii) desenvolver normativas para cada uma das variáveis cronométricas estudadas; (iii) operacionalizar um modelo para a definição de objectivos do processo, de acordo com os dois objectivos anteriores. Para o efeito, foram estudadas 159 nadadoras portuguesas participantes no Campeonato Nacional de Juvenis de 2004. Através da estatística dedutiva foi possível determinar os valores de A (declive) e de B (ordenada na origem), de forma a construir as equações de regressão linear para o Tempo de Partida (TP), o Tempo de Viragem (TV), o Tempo de Chegada (TChg) e o Tempo de Nado (TN), nas diferentes provas. As principais conclusões do estudo foram: (i) com o aumento da distância de prova houve uma diminuição da importância relativa do TChg e do TP e um aumento da importância relativa do TV; (ii) todas as variáveis cronométricas obtiveram relações estatisticamente significativas ( $P < 0.05$ ) com o Tempo Total de Prova (TTP), com a excepção do TP nos 100 metros costas, e foram estabelecidas as respectivas expressões de predição de rendimento; (iii) o modelo de análise de competição aplicado, através da obtenção de tempos esperados com as equações de predição, leva-nos a comparar os tempos reais das atletas com os tempos ideais e, assim, chegar aos seus pontos fracos na competição. Com estes dados é possível reprogramar o treino e alcançar melhores prestações em competição.

**Palavras-chave:** natação; análise cronométrica; definição de objectivos.

## **1. INTRODUÇÃO**

A competição é um terreno de observações privilegiado, que não pode ser nem minimizado nem negligenciado na análise dos factores que concorrem para a optimização da prestação desportiva (Stefani, 2006). É possível, e desejável, recolher certas informações relativas ao desenrolar cronológico e técnico de diferentes provas (Costill *et al.*, 1985; Craig *et al.*, 1985; Deleaval, 1990; Martinez, 1990; Wakayoshi *et al.*, 1992; Reischle, 1993; Arellano *et al.*, 1994; Mason e Cossor, 2000; Arellano *et al.*, 2002; Aymerich e Iribas, 2005; Kjendlie *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2006 e 2007).

Os dados obtidos na competição permitem, ao treinador e ao atleta, trabalhar e alterar o modelo de competição sempre que uma deficiência seja identificada (Mason e Cossor, 2000; Silva *et al.*, 2006). A informação disponibilizada pela análise da competição, pode ser utilizada por cada atleta para fazer comparações dos resultados de competição para competição e para se compararem a outros atletas na mesma competição e assim, identificar as mudanças necessárias nos seus planos competitivos, de modo a manterem-se num bom nível competitivo (Mason e Cossor, 2000).

Os resultados podem ser analisados estatisticamente para diferenciar a importância das diferentes variáveis em função do género, distância de prova, técnica ou relacionar variáveis entre si, permitindo desenvolver equações de predição entre as componentes técnicas e o

tempo final da competição (Absalyamov e Timakovoy, 1990; Arellano *et al.*, 1994, 1996 e 2001; Sánchez-Molina e Arellano, 2001; Arellano *et al.*, 2002; Hellard *et al.*, 2002; Arellano, 2004; Silva *et al.*, 2007).

Arellano e colaboradores (1996 e 2001), nos estudos sobre as provas de 50 e 100 metros dos Jogos Olímpicos de 1992, e sobre as provas de 50, 100 e 200 metros dos Jogos Olímpicos de Sidney de 2000, obtiveram coeficientes de correlação e equações de predição lineares, como sendo o resultado de A (declive) e B (ordenada na origem). O tipo de equações que obtiveram foi:

$$\text{Componente da Prova} = A * \text{Tempo Total da Prova} + B$$

A pertinência do nosso estudo centra-se exactamente neste propósito, normalizar cada uma das componentes de prova do calendário nacional português para as nadadoras da categoria juvenis face ao Tempo Total de Prova (TTP). Esta normalização será possível através da quantificação exacta das componentes da prova. Desta forma, pode-se planificar os conteúdos de treino, em função dos objectivos que se pretendem.

## 2. MÉTODOS

### 2.1. Amostra

Fizeram parte deste estudo 159 nadadoras portuguesas da categoria juvenil feminino (13-14 anos), que participaram no Campeonato Nacional de Juvenis de Piscina Longa em 2004.

No quadro seguinte apresentamos a distribuição absoluta dos casos observados nas provas de 100 metros bruços, 100 metros costas, 200 metros mariposa e 200 metros livres (quadro 1).

**Quadro 1** – Distribuição absoluta do número de nadadoras pelas diferentes provas analisadas.

	100 metros Bruços	100 metros Costas	200 metros Mariposa	200 metros Livres
Nadadoras	49	37	28	45

### 2.2. Metodologia

#### 2.2.1. Procedimentos para captação e registo de imagens

A recolha de imagens para posterior tratamento realizou-se numa piscina de 50 metros. Os registos de vídeo das nadadoras foram feitos em simultâneo através da colocação de três sistemas de captação de imagens aéreas. Os sistemas de captação de imagem n.º 1 e n.º 3 permitiram integrar, respectivamente no campo de captação, a totalidade do corpo do nadador durante a realização da partida (7.5 metros iniciais – sistema de captação n.º1), a viragem (7.5 metros de aproximação e 7.5 metros de separação – sistemas de captação n.º1 e 3) e a chegada (últimos 5 metros – sistema de captação n.º1). O sistema de captação de imagem n.º2, por sua vez, permitiu integrar, no campo de captação, a totalidade do corpo do nadador durante a realização do percurso central da piscina (distância entre os 7.5 metros iniciais e os 7.5 metros finais). Todas as câmaras foram sincronizadas utilizando um sistema visual (foco) tradicional, visível por todas as câmaras.

#### 2.2.2. Procedimentos após a realização da prova

As características cinemáticas dos registos de imagem efectuados foram determinadas a partir da introdução de um cronómetro no filme e utilizando o dispositivo de “*frame by frame*”, para a cronometragem dos diversos tempos. Foi considerado como referencial anatómico a passagem da cabeça, porção Frontal (vertex), do nadador por uma linha vertical traçada no ecrã, desde a base de uma marca de referência até à outra (Vicente, 2002; Silva *et al.* 2007). O tempo de nado foi deduzido a partir do desenvolvimento da diferença expressa pela equação:

$$TN(s) = TTP - (TP + \sum_{i=1}^n TV_i)$$

### 2.2.3. Procedimentos estatísticos

Com o intuito de avaliar as associações entre as variáveis em estudo, efectuámos uma análise exploratória das matrizes de correlação, utilizando o programa estatístico *SPSS 17.0*. Para o efeito, recorremos aos coeficientes de correlação simples de *Pearson* ( $r$ ), para a totalidade das variáveis. A porção de variância comum, associada a ambas as variáveis, foi avaliada pelo coeficiente de determinação ( $r^2$  ajustado). O nível de significância foi mantido em 5%. Através da estatística dedutiva foi possível determinar os valores de A (declive) e de B (ordenada na origem), de forma a ser possível construir as equações de regressão lineares para o TP, TV, TChg e TN, nas diferentes provas (Osborne, 2000).

O quadro 2 pretende apresentar o conjunto de parâmetros analisados, de acordo com a metodologia utilizada por Silva e colaboradores (2007).

**Quadro 2** – Parâmetros cronométricos globais, determinados a partir dos procedimentos de *software* de análise (Silva *et al.*, 2007).

Ação	Parâmetro	Abreviatura e Unidade de medida	Caracterização e meios de determinação
Tempo total de prova		TTP (s)	Medida composta pela TP, TN, TV e TChg TTP = $\Sigma$ variáveis cronométricas Valor determinado a partir do tempo cronometrado, automaticamente e equivale ao somatório das variáveis cronométricas utilizadas.
Partida	Tempo de partida	TP (s)	Valor determinado a partir do tempo cronometrado, automaticamente, desde o sinal de partida até que a cabeça do nadador passe uma marca colocada a 7.5 metros do topo da parede onde se encontram os blocos de partida.
Viragem	Tempo de viragem	TV (s)	Valor determinado a partir do tempo cronometrado, automaticamente, para percorrer os 7.5 metros antes da parede (tempo de aproximação) e os 7.5 metros depois (tempo de separação), medido a partir da cabeça do nadador.
Chegada	Tempo de chegada	TChg (s)	Valor determinado a partir do tempo cronometrado, automaticamente, para percorrer os últimos 5 metros, medido a partir do momento que a cabeça do nadador passa esta linha.
Nado	Tempo de nado	TN (s)	Medida composta pela TTP, TP e TV. TN = TTP – (TP + $\Sigma$ TV)

**Variáveis Dependentes:** Tempo de Partida, Tempo de Nado, Tempo de Viragem, Tempo de Chegada.

**Variável Independente:** Tempo Total de Prova.

## 3. RESULTADOS

Para a análise de cada uma das provas, começamos por apresentar, no quadro 3, o perfil relativo às médias e desvios padrão de cada uma das componentes de prova (TTP, TP, TV, TChg e TN). Apresentamos, ainda, as percentagens relativas referentes ao tempo total que as nadadoras demoram a cumprir cada uma das componentes.

**Quadro 3** – Média ( $\bar{x}$ ), desvios padrão (DP) e respectivas percentagens (%) relativas do tempo total (s) que as nadadoras demoram a cumprir cada uma das componentes das provas de 100 metros bruços e 100 metros costas e das provas de 200 metros mariposa e 200 metros livres.

Prova	TTP		TP		TV		TChg		TN	
	$\bar{x} \pm DP$	%	$\bar{x} \pm DP$	%	$\bar{x} \pm DP$	%	$\bar{x} \pm DP$	%	$\bar{x} \pm DP$	%
100 metros Bruços	90.16 $\pm 3.55$	100	3.46 $\pm 0.53$	3.83	11.78 $\pm 0.75$	13.07	4.96 $\pm 0.42$	5.50	69.96 $\pm 2.81$	77.69
100 metros Costas	79.62 $\pm 2.65$	100	4.15 $\pm 0.27$	5.21	11.13 $\pm 0.50$	13.98	4.37 $\pm 0.57$	5.49	59.97 $\pm 2.29$	75.32
200 metros Mariposa	168.37 $\pm 9.42$	100	3.75 $\pm 0.58$	2.23	37.61 $\pm 2.88$	22.34	4.72 $\pm 0.49$	2.80	122.28 $\pm 6.64$	72.63
200 metros Livres	147.42 $\pm 5.70$	100	3.24 $\pm 0.37$	2.20	33.70 $\pm 1.56$	22.86	3.85 $\pm 0.42$	2.61	106.62 $\pm 3.99$	72.32

Com o objectivo de encontrar as equações de regressão linear de cada componente de prova (TP, TV, TChg e TN), calculou-se o declive da recta (A) e a ordenada na origem (B) através dos procedimentos estatísticos referidos na metodologia de estudo.

No quadro que se segue (4), apresentamos as equações da recta, derivadas dos gráficos de dispersão, para cada componente do TTP com os respectivos valores de A e B, a correlação de *pearson* (r) existente entre cada componente e o TTP utilizando um nível de significância de 5%. Ao determinar o coeficiente de determinação ( $r^2$  ajustado), para cada componente de prova relativamente ao TTP, podemos verificar a proximidade entre os valores obtidos por cada atleta relativamente ao valor esperado. Assim, quanto maior for o valor do coeficiente de determinação ( $r^2$ ), mais ajustada se encontra a equação de regressão linear a cada componente de prova.

**Quadro 4** – Valores de A (declive) e de B (ordenada na origem), provenientes das equações de regressão e valor percentual do r ao quadrado (%  $r^2$ ) para cada uma das componentes das provas de 100 metros bruços, 100 metros costas, 200 metros mariposa e 200 metros livres. Correlação (r) entre o TTP e cada uma das componentes de prova e seu nível de significância (p).

Prova	Equação: $Y = A \cdot TTP + B$		$R^2(\%)$	R	P
100 metros Bruços	TP	$TP = 0.1022 \cdot TTP - 5.7544$	47.47	0.683	0.000
	TV	$TV = 0.096 \cdot TTP + 3.1231$	20.54	0.447	0.001
	TChg	$TChg = 0.0415 \cdot TTP + 1.2159$	12.11	0.361	0.005
	TN	$TN = 0.7603 \cdot TTP + 1.4159$	92.33	0.960	0.000
100 metros Costas	TP	$TP = 0.0082 \cdot TTP + 3.4952$	0.78	0.116	0.247
	TV	$TV = 0.136 \cdot TTP + 0.3073$	64.36	0.796	0.000
	TChg	$TChg = 0.1108 \cdot TTP - 4.4499$	33.33	0.581	0.000
	TN	$TN = 0.7451 \cdot TTP + 0.6474$	92.14	0.960	0.000
200 metros Mariposa	TP	$TP = 0.0347 \cdot TTP - 2.0849$	31.98	0.539	0.002
	TV	$TV = 0.254 \cdot TTP - 5.1556$	68.81	0.829	0.000
	TChg	$TChg = 0.0283 \cdot TTP - 0.0462$	29.88	0.537	0.002
	TN	$TN = 0.683 \cdot TTP + 7.286$	93.90	0.969	0.000

200 metros Livres	TP	$TP=0.041*TTP-2.7994$	39.32	0.606	0.000
	TV	$TV=0.2354*TTP-1.0038$	74.02	0.862	0.000
	TChg	$TChg=0.037*TTP-1.5988$	24.84	0.494	0.000
	TN	$TN=0.6866*TTP+5.402$	96.00	0.980	0.000

#### 4. CONCLUSÕES

Assim, as principais conclusões retiradas deste estudo, na categoria de juvenil feminino, foram:

- O TN, em todas as provas (100 metros bruços, 100 metros costas, 200 metros mariposa e 200 metros livres), apresenta maior influência sobre o TTP, isto porque esta variável cronométrica possui 78%, 75%, 73% e 72% do TTP.
- À medida que a distância de prova aumenta, a viragem ganha mais relevância na obtenção do TTP e a chegada e a partida diminuem a sua influência no resultado final da prova.
- As equações de regressão linear estabelecidas para cada componente de prova em função do TTP, nas quatro competições, encontram-se ajustadas, uma vez que obtivemos uma relação estatisticamente significativa entre todas as variáveis cronométricas e o TTP (com a exceção do TP nos 100 metros costas);
- O modelo de análise de competição aplicado, através da obtenção de tempos esperados com as equações de predição, leva-nos a comparar os tempos reais das atletas com os tempos ideais e, assim, chegar aos seus pontos fracos na competição. Com estes dados é possível reprogramar o treino e alcançar melhores prestações em competição.

#### 6. BIBLIOGRAFIA

- Absalyamov T, Timakovoy (1990). Aseguramiento Científico de la Competición. *A. I. Zvonarev*. Trans. 1 ed. Vol. 1. Moscú: Vneshtorgizdat.
- Arellano R (2004). Aplicación de la evaluación biomecánica en el entrenamiento de nadadores. *Seminario Europeo de Entrenadores de Natación*. ENE. RFEN. LEN. Madrid.
- Arellano R, Brown P, Cappaert J, Nelson R (1994). Analysis of 50m, 100m 200m freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*, 10:189-99.
- Arellano R, Brown P, Cappaert J, Nelson R (1996). Application of regression equations in the analysis of 50 and 100 m swimming races of 1992 Olympic games. In: *Abrantes J (Eds). XIV International Symposium on Biomechanics in Sports*. Edições FMH, Universidade Técnica de Lisboa, 274-276.
- Arellano R, Cossor J, Wilson B, Chatard J, Riewald S, Mason B. (2001). Modelling competitive swimming in different strokes and distances upon regression analysis: a study of the female participants of Sydney 2000 Olympics Games. *Paper presented at the XIX International Symposium on Biomechanics in Sports: Proceedings of Swim Sessions*, San Francisco - USA.
- Arellano R, Sánchez-Molina J, Navarro F, Aymerich J (2002). *Analysis of 100-M backstroke, breaststroke, butterfly and freestyle swimmers at the 2001 European Youth Olympic Days*. Madrid: Federación Española de Natación.
- Aymerich J, Iribas I (2005). Análisis de la competición en natación. *I Congresso Virtual de Investigación en la Actividad Física e del Deporte*. Vitoria-Gasteiz.
- Costill D, Kowaleski J, Porter D, Kirwan J, Fielding, R, King, D (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. *International Journal Sports Medicine*. 6: 266-270.

9. Craig A, Skehan P, Pawelczyk J, Boomer W (1985). Velocity, stroke rate and distance per stroke during elite swimming competition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 17(6): 625-634.
10. Deleaval P (1990). Un autre regard sur la performance. *EPS* 21:49-53.
11. Hellard P, Caudal N, Avalos M, Knopp M, Chatard J (2002). Training, anthropometric and performance relationships in French male swimmers for 200m events during growth. *Paper presented at the IXth World Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming*, 21-23 June 2002.
12. Kjendlie P, Haljand R, Fjørtoft O, Stallman R (2006). The temporal distribution of race elements in elite swimmers. In: *Vilas-Boas J, Alves F, Marques A (Eds.), Biomechanics and Medicine in Swimming X. Portuguese Journal of Sport Sciences*. 6(2): 54-56.
13. Martinez R (1990). Colóquio. Europa Júniores Dunkerque 90 - Análise Técnica: Projecto nacional (I parte). *Revista Natação*. 12: 14-17.
14. Mason B, Cossor J (2000). What can we learn from competition analysis at the 1999 Pan Pacific swimming championships? In *Sanders R, Hong Y (Eds). Proceedings of XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports*. Hong Kong, Chinese University Press.
15. Osborne J (2000). Prediction in multiple regression. Practical Assessment. *Research & Evaluation* 7 (2). <http://pareonline.net/getvn.asp?v=7&n=2>.
16. Reischle K (1993). *Biomecánica de la Natación*. Madrid: Gymnos Editorial.
17. Sánchez-Molina J, Arellano R (2001). El análisis de la competición en natación: estudio de la situación actual, variables y metodología. In *Arellano R, Ferro A (Eds.), Análisis biomecánico de la técnica en natación: Programa de control del deportista de alto nivel* (1 ed., Vol. 32, pp. 9-50). Madrid: Consejo Superior de Deportes - Ministerio de Educación y Ciencia.
18. Silva A, Moreira A, Ribeiro M, Marques C (2006). Chronometric parameters analysis of National and World Swimming Competition events. In: *Xth International Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming*, 2006, Porto. *Revista Portuguesa Ciências Desporto*. 6(1): 100-101.
19. Silva A, Silva F, Reis A, Reis V, Marinho D, Carneiro A, Morais J, Aida F (2007). Análise dos componentes da prova como ponto de partida para a definição de objetivos na natação na categoria de cadetes. *Revista Portuguesa Ciências Desporto*. 7(2): 189-202.
20. Stefani R (2006) The relative power output and relative lean body mass of World and Olympic male and female champions with implications for gender equity. *Journal of Sports and Science*. 24(12):1329-39.
21. Vicente L (2002). Análisis de la competición y entrenamiento. *XXII Congresso AETN*. Córdoba: AETN.
22. Wakayoshi K, Nomura T, Takahashi G, Mutoh Y, Miyashita M. (1992). Analysis of swimming races in the 1989 Pan Pacific swimming championships and Japanese Olympic trials. In: *MacLaren D, Reilly T (Eds). Biomechanics and Medicine in Swimming. Swimming Science VI*. London: E & FN Spoon, 135-141.