

ANÁLISE LONGITUDINAL DA PERFORMANCE EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA – ABORDAGEM EXPLORATÓRIA

Costa MJ^{1,2}, Bragada JA^{2,3}, Marinho DA^{2,4}, Reis VM^{1,2}, Silva AJ^{1,2}, Barbosa TM^{2,3}

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

² Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, Vila Real, Portugal

³ Departamento de Desporto, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal

⁴ Departamento de Desporto, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

PALAVRAS CHAVE: Natação pura, performance, longitudinal, estabilidade, *tracking*.

RESUMO: O estudo teve como objectivo analisar a estabilidade da performance na prova de 400m livres ao longo da carreira desportiva. Foram analisados 45 nadadores masculinos, durante sete épocas consecutivas (desde a categoria de Infantil B até Sénior). A performance foi analisada com recurso ao melhor tempo em cada categoria na prova de 400m Livres em piscina curta. Foi efectuada a análise da estabilidade das médias, pela observação dos quartis ao longo da carreira desportiva, assim como a tendência central (média) e respectiva dispersão (um desvio-padrão). Foi ainda analisada a variação entre valores médios com recurso à ANOVA medidas repetidas e respectivo post-hoc teste (Bonferroni). Analisou-se ainda a estabilidade normativa pela auto-correlação entre as sete categorias (Pearson). Foi calculado o Kappa de Cohen (K) com um intervalo de confiança de 95%. Para todos os procedimentos estatísticos foi utilizado o programa informático SPSS 13,0 à excepção do K, o qual foi calculado através do programa estatístico Longitudinal Data Analysis. Foram verificadas diferenças significativas entre os valores médios de performance entre todas as categorias. Os valores de auto-correlação variaram entre o moderado e o elevado ao longo da carreira desportiva. Constata-se que na passagem de Juvenil B para A, a estabilidade torna-se elevada (>0,60). O valor de K, expressando a estabilidade ao longo de toda a carreira desportiva, é baixo ($K = 0.327 \pm 0,046$). Em síntese, a predição do nível competitivo na categoria sénior com base na performance nas categorias de formação é reduzido. Todavia, a passagem de Juvenil B para A parece ser um momento marcante, onde a capacidade preditiva aumenta de forma acentuada.

1 INTRODUÇÃO

No domínio da natação pura desportiva (NPD) vários estudos têm demonstrado uma forte associação entre diversos factores responsáveis pela performance [p.e., 1]. A tentativa de identificação dos factores mais preditivos do rendimento desportivo dos nadadores tem sido uma realidade. Contudo, a maioria dos estudos com esse fim ocorrem num único momento temporal não tendo em vista a variação longitudinal da estabilidade e mudança do rendimento como consequência do processo de treino. As avaliações longitudinais podem ser desenvolvidas através de duas abordagens [7, 8]: (i) pela análise da estabilidade de nível ou das médias, isto é, da variação dos valores médios, comparando os valores médios dos sujeitos da amostra ou na análise da variação desses mesmos valores em cada

instante de avaliação ou; (ii) pela análise da estabilidade normativa ou da co-variância, ou seja, da avaliação do *tracking*, que consiste no estudo das características ou recursos mensuráveis, em função do tempo, analisando a tendência de um sujeito, ou grupo de sujeitos, em permanecer num canal (denominado “*track*”) de prestação, e reflectir estabilidade dentro desse padrão.

Com efeito, o número de estudos de âmbito longitudinal em NPD é bastante reduzido [p.e., 15, 19]. Ainda assim, até ao momento não parece existir qualquer estudo analisando as questões de mudança e estabilidade na performance de nadadores. Desta forma, emerge a pertinência de averiguar hipotéticos pontos cronológicos mais ou menos determinantes na predição do nível competitivo ao longo da carreira desportiva. Um dos parcos

estudos sobre o tema, descreve que sensivelmente metade dos nadadores de 18 anos no top 100 do ranking dos EUA nunca estiveram nesse mesmo top em idades mais novas, como seja antes dos 10-12 anos [18]. Assim sendo, o nosso estudo teve como objectivo analisar a estabilidade da performance na prova de 400-m livres ao longo da carreira desportiva.

2 MÉTODOS

2.1 AMOSTRA

Foram analisados 45 nadadores portugueses do sexo masculino, durante sete épocas consecutivas (desde a categoria de Infantil B até ao primeiro ano de Sénior). Na categoria de Sénior oito nadadores eram de nível internacional, vinte e nove de nível nacional e oito de nível regional.

2.2 RECOLHA DOS DADOS

A performance foi analisada com recurso ao melhor tempo em cada categoria na prova de 400-m Livres, em piscina curta, em competição oficial de âmbito regional, nacional ou internacional. Os tempos foram obtidos a partir da consulta em tabelas de rankings disponibilizados pela Federação Portuguesa de Natação e numa base de dados (www.swimrankings.net, Março de 2009).

2.3 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

Foi realizada uma análise exploratória dos dados para detectar possíveis erros de entrada das informações, a presença de *outliers* e para verificar a normalidade das distribuições (teste Shapiro-Wilk).

Foi efectuada a análise da estabilidade das médias, assim como uma análise da estabilidade normativa. Para análise da estabilidade das médias observaram-se os *quartis* ao longo das sete categorias, assim como as medidas de tendência central (média) e respectiva dispersão (um desvio-padrão). Foi ainda analisada a variação

entre valores médios com recurso à ANOVA medidas repetidas e respectivo *post-hoc* teste (teste de Bonferroni).

Para análise da estabilidade normativa recorreu-se à auto-correlação entre as sete categorias (auto-correlação de Pearson). Considerou-se uma estabilidade: (i) elevada se $r \geq 0,60$; (ii) moderada se $0,30 \leq r < 0,60$; (iii) reduzida se $r < 0,30$ [11]. Foi ainda calculado o *Kappa* de Cohen (*K*) com um intervalo de confiança de 95% como descrito noutra local [16, 17]. Baseado nas sugestões de Landis e Koch [6], considerou-se a seguinte interpretação para os valores de *Kappa*: (i) estabilidade excelente se $K \geq 0,75$; (ii) estabilidade moderada se $0,40 \leq K < 0,75$; (iii) estabilidade baixa se $K < 0,40$.

Para todos os procedimentos estatísticos foi utilizado um programa estatístico (SPSS, v. 13.0, Apache Software Foundation, Chicago, IL, EUA) à excepção do *K*, o qual foi calculado através de um outro programa estatístico (*Longitudinal Data Analysis*, versão 3.2, Dallas, EUA). O nível de significância foi definido como $p < 0,05$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Fig. 1, 2 e 3 apresentam a análise da estabilidade das médias ao longo da carreira desportiva.

Existe uma tendência para a melhoria da performance (decréscimo do tempo aos 400-m Livres) com um aumento da idade. A ANOVA medidas repetidas confirmou a existência de variações significativas da performance ao longo da carreira desportiva [$F(1,44) = 21818,81$; $p < 0,01$]. Com recurso ao *post hoc* teste constatou-se que as diferenças eram significativas entre as sete categorias em análise ($p < 0,01$ entre todas as categorias). Tal como na maioria dos desportos cíclicos, as alterações que ocorrem ao longo dos diversos estágios maturacionais são importantes, porque influenciam os diferentes parâmetros determinantes da performance [14].

A performance na NPD é determinada por factores de diversa ordem: antropométricos, biomecânicos,

fisiológicos, psicológicos, genéticos e ambientais. Para Kjendlie *et al.*, [5], durante este processo de crescimento desde a infância até ao estado adulto, esperam-se alterações ao nível do custo energético de nado. Mudanças nas características antropométricas, mais precisamente nas dimensões e massa corporal são apontadas como causas para um aumento desse custo energético [2]. Assim sendo, os nadadores que apresentam valores superiores de estatura, quando analisado o arrasto, evidenciam menores índices de resistência [20]. Com efeito, a performance em NPD é determinada pela capacidade do nadador gerar força propulsiva e minimizar o arrasto [21]. Paralelamente associados às modificações morfológicas que decorrem aquando o desenvolvimento maturacional, verificamos um aumento dos níveis de força do nadador. Consta-se que o desenvolvimento hormonal que ocorre durante o crescimento e maturação tem um papel determinante no aumento do tamanho do músculo [12].

Mais ainda, o treino contribui para o aperfeiçoamento da habilidade técnica do nadador, permitindo este despendar menos energia para percorrer uma dada distância, ou nadar a mesma distância a uma velocidade superior [22]. Num estudo sobre o tema, Mujika *et al.*, [13], constataram aumentos consideráveis na performance (2,57% para os nadadores e 1,78% para as nadadoras) após três semanas de treino, objectivando a preparação para os Jogos Olímpicos de Sydney 2000.

Contudo, esta melhoria na performance ao longo da carreira desportiva, revela um “efeito de travagem” à medida que os nadadores se aproximam da última categoria. Este facto poderá estar associado com: (i) o atingir de um patamar de rendimento maximal, o qual se configura como sendo de mais difícil superação devido à carga externa de treino já assimilada; (ii) uma diminuição da capacidade fisiológica funcional do nadador ao longo do tempo [4] ou; (iii) uma ligeira estagnação ou desaceleração na evolução de determinado(s) pressuposto(s) do rendimento como possam ser os antropométricos [10].

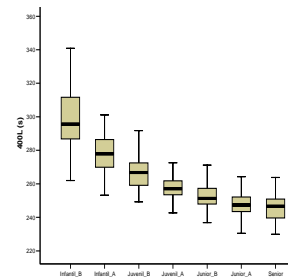


Fig. 1 Diagrama de extremos e quartis da performance.

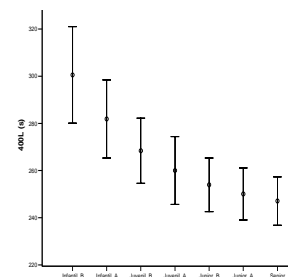


Fig. 2 Comportamento dos valores médios (± 1 desvio-padrão) da performance em função da categoria estudada.

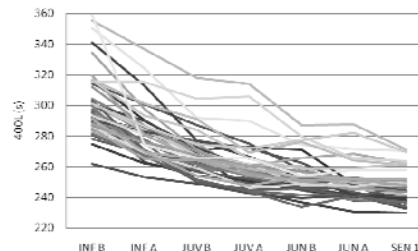


Fig. 3 “Spaghetti plot” das trajectórias de performance intra-individual e diferenças inter-individuais em cada categoria estudada.

A tabela 1, apresenta o valor do K para a totalidade dos nadadores ($K = 0,327 \pm 0,046$) e os respectivos limites de confiança para 95% ($0,281 \leq K \leq 0,373$). Estes resultados sugerem, portanto, que analisando a carreira desportiva como um todo, a estabilidade da performance é baixa. Assim sendo, a predição do nível competitivo dos nadadores na categoria de Sénior com base na carreira desportiva é reduzida.

Tabela 1. Valores de K de Choen e respectivos limites para um intervalo de confiança de 95%.

Valor de K	desvio-padrão	IC 95%
0,327	+/- 0,046	0,281; 0,373

A tabela 2 apresenta as auto-correlações ao longo da carreira desportiva. Os valores de auto-correlação variam entre o moderado e o elevado. Como já era espectável, à medida que as categorias se afastam entre si a estabilidade tende a baixar de elevada para moderada. Consta-se ainda que a partir da categoria de Juvenil A, a estabilidade torna-se elevada tomando como referência a categoria de sénior ($r = 0,612$).

Tabela 2. Valores de auto-correlação (Pearson) entre a performance ao longo das sete categorias

Categoria	Inf B	Inf A	Juv B	Juv A	Jún B	Jún A	Sén
Inf B	1						
Inf A	0,782*	1					
Juv B	0,640*	0,899*	1				
Juv A	0,653*	0,829*	0,909*	1			
Jún B	0,538*	0,693*	0,796*	0,874*	1		
Jún A	0,548*	0,572*	0,671*	0,751*	0,858*	1	
Sén	0,528*	0,482*	0,563*	0,612*	0,723*	0,879*	1

* $p < 0,05$

Para Maia *et al.*, [9] as estatísticas referentes ao coeficiente de correlação de Pearson apresentam-se como uma forma muito simplista de estudar a ideia de estabilidade ou *tracking*.

A ausência de um modelo estrito para expressar a dinâmica da mudança intra-individual e as diferenças entre sujeitos, bem como uma definição precisa de manutenção da posição relativa implica o recurso a um outro procedimento mais esclarecedor [3]. Neste sentido também optamos pelo cálculo do *K*. O *K* é um procedimento que estipula a existência de *tracking* (estabilidade na performance) se os sujeitos tenderem a permanecer no mesmo quantil (*track* ou canal) da distribuição [9]. Aqui em análise, pretendemos verificar se os nadadores se mantêm no mesmo nível competitivo ao longo da sua carreira desportiva. Com base numa carreira tão longa será manifestamente difícil que a estabilidade da performance seja elevada. Assim sendo,

apresenta-se como remota a possibilidade, quer de um nadador de elevado nível competitivo, quer de um nadador pouco competitivo nos escalões de formação, poderem vir a ser o melhor nadador no escalão de Sénior. Todavia, a passagem de Juvenil B para Juvenil A parece evidenciar um aumento acentuado da estabilidade. Ou seja, do ponto de vista da carreira desportiva estas categorias poderão ser entendidas como marcos fundamentais da afirmação desportiva de um nadador, visto apresentarem-se como momentos onde o processo maturacional da adolescência permite uma maior disponibilidade para o aumento acentuado de cargas de treino tendo em vista a obtenção de performances mais ambiciosas. Mais ainda, assumindo o tempo de prática da modalidade poderá ser um período de consolidação dos valores e da cultura que envolve a modalidade e dos factores associados à performance.

CONCLUSÕES

Em síntese, a predição do nível competitivo de nadadores na categoria de sénior com base na performance nas categorias de formação é reduzido. Todavia, parece que a passagem de Juvenil B para A demonstra ser um momento marcante, onde a capacidade preditiva da performance na prova de 400-m Livres aumenta de forma acentuada.

REFERÊNCIAS

- [1] Barbosa TM, Bragada JA, Reis VM, Marinho DA, Carvalho C, Silva AJ (In Press) Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: updating the state of the art. *J Sci Med Sports*
- [2] Chatard JC, Padilla S, Carzorla G, Lacour JR (1985). Influence of body height, weight, hydrostatic lift and training on the energy cost of the front crawl. *N Z L Sports Med* 13:82-84
- [3] Deus RK, Bustamante A, Lopes VP, Seabra A, Silva RM, Maia JA (2008). Coordenação motora: estudo de tracking em crianças dos 6 aos 10 anos da região autónoma dos Açores, Portugal. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desenvolvimento Humano* 10(3): 215-222.
- [4] Donato A, Tench K, Glueck D, Seals D, Eskurza I, Tanaka H (2003). Declines in physiological functional capacity with age: a longitudinal study in peak swimming performance. *J Appl Physiol* 94: 764-769
- [5] Kjendlie PL, Ingjer F, Madsen O, Stallman RK, Stray-Gundersen J (2004). Differences in the

- energy cost between children and adults during front crawl swimming. *Eur J Appl Physiol*. 91: 473-480
- [6] Landis JR, Koch GG (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 37:439-446.
- [7] Lopes VP, Maia JAR, Silva RG, Seabra A, Vasques CMS (2005). Estabilidade e Mudança nos níveis de Actividade Física. Uma revisão da literatura baseada na noção e valores do *tracking*. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum*;7:69-79.
- [8] Maia JA, Lopes VP, Silva RG, Seabra A (2002). A importância do tracking (estabilidade e previsão) em delineamentos longitudinais: um estudo aplicado à epidemiologia da actividade física e à performance desportivo-motora. *Rev. Port. de C. Desporto* nº4 Jan-Jul. FCDEF-UP
- [9] Maia JA, Garganta RM, Seabra A, Lopes VP, Silva S, Meira JrC (2007). Explorando a noção e significado de *Tracking*. Um percurso didáctico para investigadores. [periódico on line] disponível em www.psicologia.com.pt/artigos/textos/A0348.pdf
- [10] Malina RM, Bouchard C (1991). Growth, maturation, and physical activity. In: *Risk Factors and Children's Health*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.
- [11] Malina RM (2001). Adherence to physical activity from childhood to adulthood: a perspective from tracking studies. *Quest* 53:346-355.
- [12] Matos N, Winsley RL (2007). Trainability of young athletes and overtraining. *J Sport Science*, 6: 353-367
- [13] Mujika I, Padilla S, Pyne D (2002). Swimming performance changes during the final 3 weeks of training leading to the Sydney 2000 Olympic Games. *Int J Sports Med.*;23(8):582-7
- [14] Poujade B, Hautier C, Rouard A (2002). Determinants of the energy cost of front-crawl swimming in children. *Eur J Appl Physiol* 87: 1-6
- [15] Pyne D, Trewin C, Hopkins W (2004). Progression and variability of competitive performance of Olympic swimmers. *J Sports Sci*. 22(7):613-20.
- [16] Schneiderman ED, Kowalski CJ, Ten Have TR (1990). A GAUSS Program for Computing an Index of Tracking from Longitudinal Observations. *Amer. J. Human Biol.* 2:475-490
- [17] Schneiderman ED, Willis SM, Kowalski CJ, Ten Have TR (1992). A PC Program for Comparing Tracking Indices in Several Independent Groups. *Amer. J. Human Biol.* 4:339-401
- [18] Sokolovas G (2006). Analysis of USA swimming's all-time top 100 times. Vilas-Boas JP, Alves F, Marques A (eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming X*. 315-317. Portuguese Journal of Sport Science. Porto.
- [19] Stewart A, Hopkins W (2000). Consistency of swimming performance within and between competitions. *Med Sci Sports Exerc.*;32(5):997-1001.
- [20] Toussaint H, Beek J (1992). Biomechanics of Competitive front crawl swimming. *Sports Medicine*; 13(1): 8-24.
- [21] Vilas-Boas JP, Barbosa TM, Fernandes RJ, Soares S (in press). Speed fluctuation, swimming economy, performance and training in swimming. In: Seifert L, Chollet D, Mujika I (eds). *Swimming: Science and Performance*. Nova Science Publishers. New York
- [22] Zamparo P (2006). Effects of age and gender on the propelling efficiency of the arm stroke. *Eur J Appl Physiol* 97:52-58

AGRADECIMENTOS

À Federação Portuguesa de Natação pela cedência dos tempos.