

A photograph of a swimming pool with several swimmers in different lanes. The water is bright blue, and the lanes are separated by yellow and blue lane lines. The swimmers are captured in various stages of their strokes, creating splashes and ripples in the water.

ESTUDOS EM NATAÇÃO

PARTE 1

OS QUATRO NADOS CONVENCIONAIS

EDITORES

RICARDO J. FERNANDES

MÁRIO J. COSTA

ALDO MATOS DA COSTA



ESTUDOS EM NATAÇÃO

PARTE 1

OS QUATRO NADOS
CONVENCIONAIS

EDITORES

RICARDO J. FERNANDES
MÁRIO J. COSTA
ALDO MATOS DA COSTA

EDITORES

Ricardo J. Fernandes, Mário J. Costa, Aldo Matos da Costa

TÍTULO

ESTUDOS EM NATAÇÃO – PARTE 1 – OS QUATRO NADOS CONVENCIONAIS

EDIÇÃO

Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.
Praça da Corujeira n.º 38 · 4300-144 PORTO
Tel: 220 939 053 · E-mail: geral@quanticaeditora.pt · www.quanticaeditora.pt

CHANCELA

Sportbook – Conteúdos de Desporto

COLEÇÃO

APTN

DISTRIBUIÇÃO

Booki – Conteúdos Especializados
Tel: 220 104 872 · info@booki.pt · www.booki.pt

REVISÃO

Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

DESIGN

Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

APOIO

APTN – Associação Portuguesa de Técnicos de Nataçao · www.aptn.pt
Sportmagazine – Revista de Treino Desportivo · www.sportmagazine.pt

IMPRESSÃO

Outubro, 2023

DEPÓSITO LEGAL

520248/23



A **cópia ilegal** viola os direitos dos autores.
Os prejudicados somos todos nós.

Copyright © 2023 | Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

Todos os direitos reservados a Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

A reprodução desta obra, no todo ou em parte, por fotocópia ou qualquer outro meio, seja eletrónico, mecânico ou outros, sem prévia autorização escrita do Editor e do Autor, é ilícita e passível de procedimento judicial contra o infrator.

Este livro encontra-se em conformidade com o novo Acordo Ortográfico de 1990, respeitando as suas indicações genéricas e assumindo algumas opções específicas.

CDU
797 Desportos aquáticos
797.2 Nataçao. Mergulho. Jogos aquáticos

ISBN
Papel: 9789899177017
E-book: 9789899177024

Catalogação da publicação
Família: Desporto
Subfamília: Nataçao



ÍNDICE

Prefácio.....	XI
1. Modelo de organização geral do ensino da natação: uma reflexão científica e empírica	13
1.1. Introdução.....	15
1.2. O modelo de organização geral	17
1.3. O método de ensino	19
1.4. Conclusão	21
Referências bibliográficas.....	22
2. Sentir, respirar, flutuar para nadar (bem).....	25
2.1. Prólogo	27
2.2. O princípio.....	27
2.3. O culto da técnica.....	29
2.4. Proposta metodológica – do nado rudimentar ao aperfeiçoamento técnico	31
Referências bibliográficas.....	37
3. A importância da respiração na natação pura: do ensino à prática competitiva.....	39
3.1. Introdução.....	41
3.2. Respiração em ambiente aquático	42
3.3. Respirar durante a aprendizagem.....	45
3.4. Respirar durante o treino e a competição	52
3.5. Conclusão	54
Referências bibliográficas.....	55
4. A individualização do ensino e da aprendizagem: Uma perspectiva construtivista de ensino.....	59
4.1. Introdução.....	61
4.2. Metodologia	64

Referências bibliográficas

- Arellano, R., Brown, P., Cappaert, J. & Nelson, R. (1994). "Analysis of 50-, 100-, and 200-m freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games". *Journal of Applied Biomechanics* 10, 189-199.
- Barragán, R., González-Mohíno, F., Veiga, S. & Juárez Santos Garcia, D. (2022). "Effects of 8-week of training on heart rate variability, overtraining state and performance in international young swimmers". *Science & Sports*.
- Daly, D., Djobova, S., Malone, L., Vanlandewijck, Y. & Steadward, R. (2003). "Swimming speed patterns and stroking variables in the Paralympic 100-m freestyle". *Adapted Physical Activity Quarterly*, 20, 260-278.
- Daly, D.J., Malone, L.A., Vanlandewijck, Y. & Steadward, R.D. (1999). "Analysis of the men's 100m freestyle at the 1996 Atlanta Paralympic Games". In *Bio-mechanics and Medicine in Swimming VIII*, K.L. Keskinen, P.V. Komi & A.P. Hollander (eds.), 309-314. Finland: University of Jyväskylä.
- East, D.J. (1970). "Swimming: an analysis of stroke, frequency, stroke length, and performance". *New Zealand Journal of Health, Physical Education and Recreation*, 3, 16-27.
- Fernandes, R., Oliveira, E. & Colaço, P. (2013). "Bioenergetical assessment and training control as useful tools to improve performance in cyclic sports." *Sports Medicine and Training Tools*, 61-88.
- Geijer, J.R., Stanish, H.I., Draheim, C.C. & Dengel, D.R. (2014). "Bone mineral density in adults with down syndrome, intellectual disability, and nondisabled adults". *American Journal of Intellectual Developmental Disabilities*, 119(2), 107-114.
- Gonzalez-Aguero, A., Ara, I., Moreno, L.A., Vicente-Rodriguez, G. & Casajus, J.A. (2011). "Fat and lean masses in youths with Down syndrome: gender differences". *Research of Developmental Disabilities*, 32(5), 1685-1693.
- González-Aguero, A., Vicente-Rodriguez, G., Moreno, L.A., Guerra-Balic, M., Ara, I. & Casajús, J.A. (2010). "Health-related physical fitness in children and adolescents with Down syndrome and response to training". *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 716-724.

- González-Ravé, J.M., Turner, A.P. & Phillips, S.M. (2020). "Adaptations to swimming training in athletes with Down's syndrome". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17.
- Haghighat, N. & Stull, T. (2022). "Overtraining syndrome". In C.L. Reardon (ed.), *Mental Health Care for Elite Athletes*, 171-178. Springer International Publishing.
- Junior, V., Querido, A., Araújo, D., Vilas-Boas, J.P., Corredeira, R., Daly, D. & Fernandes, R.J. (2013). "200-m backstroke race analysis at the 5th Down syndrome swimming World championships". *Book of Abstracts of the 17th annual Congress of the European College of Sport Science*, 143.
- Lerda, R. & Cardelli, C. (2003). "Breathing and propelling in crawl as a function of skill and swim velocity". *International Journal of Sports Medicine*, 24, 75-80.
- Marques-Aleixo, I., Figueiredo, P., Querido, A., Soares-Miranda, L., Silva, A., Corredeira, R. & Fernandes, R.J. (2010). "Swimming efficiency assessment in Down syndrome swimmers". *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(5), 691.
- Marques-Aleixo, I., Querido, A., Figueiredo, P., Vilas-Boas, J.P., Corredeira, R., Daly, D. & Fernandes, R.J. (2013). "Intracyclic Velocity Variation and Arm Coordination Assessment in Swimmers with Down Syndrome". *Adapted Physical Activity Quarterly*, 30, 70-84.
- Melville, C.A., Cooper, S.A., Morrison, J., Allan, L., Smiley, E. & Williamson, A. (2008). "The prevalence and determinants of obesity in adults with intellectual disabilities". *Journal of Applied Research Intellectual Disabilities*, 21(5), 425-437.
- Pitetti, K., Baynard, T. & Agiovlasis, S. (2013). "Children and adolescents with Down syndrome: physical fitness and physical activity". *Journal of Sports Health Sciences*, 2(1), 47-57.
- Pitetti, K.H., Climstein, M., Mays, M.J. & Barrett, P.J. (1992). "Isokinetic arm and leg strength of adults with Down syndrome: A comparative study". *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 73, 847-850.
- Pyne, D., Maw, G. & Goldsmith, W. (2000). "Protocols for the Physiological Assessment of Swimmers". In C. Gore (ed.), *Physiological tests for elite athletes*, 372-382. Champaign, Illinois: Human Kinetics.

- Querido, A., Araújo, D., Soares, S., Vilas-Boas, J.P., Corredeira, R., Daly, D.J. & Fernandes, R.J. (2012). "100-m freestyle race analysis of the 5th World Down syndrome swimming championship". *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44, 470.
- Querido, A., Cardoso, C., Vilas-Boas, J.P., Corredeira, R., Daly, D. & Fernandes, R.J. (2015). "The added value of water for swimmers with Down syndrome". In *Book of Abstracts of the Aqua-Leuven*, D. Daly (ed.). Leuven, Belgium: Faculty of Kinesiology and Rehabilitation Sciences.
- Querido, A., Corredeira, R., Vilas-Boas, J.P., Daly, D.J. & Fernandes, R.J. (2014). "Can swimmers with Down syndrome follow a visual pacer in an incremental protocol?". In B. Mason (ed.) *Proceedings of the XIIIth International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*, 325-328. Canberra, Australia: Australian Institute of Sport.
- Querido, A., Costa, M.J., Araújo, D., Sampaio, A.R., Vilas-Boas, J.P., Corredeira, R., Daly, D.J. & Fernandes, R.J. (2023). "Swimmers with Down syndrome are healthier and physically fit than their untrained peers". *Healthcare*, 11, 482.
- Querido, A., Daly, D.J., Corredeira, R., Vilas-Boas, J.P. & Fernandes, R.J. (2021). "Race performance analysis of swimmers with Down syndrome". *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 21(1), 40-53.
- Querido, A., Marques-Aleixo, I., Figueiredo, P., Seifert, L., Chollet, D., Vilas-Boas, J.P., Daly, D., Corredeira, R. & Fernandes, R.J. (2010b). "Front crawl and backstroke arm coordination in swimmers with Down syndrome". *Book of Proceedings of the XI Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*, 157-159.
- Querido, A., Marques-Aleixo, I., Figueiredo, P., Soares-Miranda, L., Vilas-Boas, J.P., Corredeira, R. & Fernandes, R.J. (2010a). "Coordinative characterization of front crawl swimmers with Down syndrome". *Archives of Exercise in Health and Disease*, 1, 58-62.
- Smith, D.J., Norris, S.R. & Hogg, J.M. (2002). "Performance evaluation of swimmers: scientific tools". *Sports Medicine*, 32(9), 539-554.
- World Health Organization. *Genomic resource centre – Genes and Human disease*. <http://www.who.int/genomics/public/geneticdiseases/en/index1.html>.

8

MOVIMENTO ONDULATÓRIO SUBAQUÁTICO: DESENVOLVIMENTO, AVALIAÇÃO E CAPACITAÇÃO

8. MOVIMENTO ONDULATÓRIO SUBAQUÁTICO: DESENVOLVIMENTO, AVALIAÇÃO E CAPACITAÇÃO

Jesús J. Ruiz-Navarro¹, Francisco Cuenca-Fernández^{1,2}, António José Silva^{3,4,5},
Nuno Batalha^{3,6,7}

¹Aquatics Lab, Departamento de Educação Física e Desporto, Faculdade de Ciências do Desporto, Universidade de Granada, Granada, Espanha;

²Departamento de Desporto e Ciências Informáticas, Universidade Pablo de Olavide, Sevilha, Espanha;

³Federação Portuguesa de Natação;

⁴Departamento de Ciências do Desporto, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro;

⁵Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal;

⁶Departamento de Desporto e Saúde, Escola de Saúde e Desenvolvimento Humano, Universidade de Évora;

⁷Comprehensive Health Research Centre (CHRC), Universidade de Évora.

8.1. Introdução

Nas Olimpíadas de Moscovo de 1980, os nadadores começaram a prolongar a distância percorrida no percurso subaquático usando o movimento ondulatorio subaquático, também conhecido como “movimento de golfinho”. Um dos pioneiros mais destacados foi David Berkoff, que bateu o Recorde Mundial nos Jogos Olímpicos de Seul (1988) nos 100 m costas, realizando 35 e 15 m em percurso subaquático após a partida e viragem, respetivamente. Este facto, juntamente a outros semelhantes, fez com que a FINA (agora World Aquatics) alterasse os regulamentos e limitasse a fase subaquática nas técnicas de mariposa, costas e crol a 15 m. Atualmente, e apesar desta limitação, a fase subaquática é uma das componentes mais importantes da natação (Cuenca-Fernández *et al.*, 2023). A sua importância aumenta à medida que a distância diminui, uma vez que os nadadores tendem a cobrir distâncias maiores, contribuindo com 30 e 60% das provas de piscina de 50 e 25 m, respetivamente.

O movimento ondulatorio subaquático consiste em realizar ondulações corporais mantendo uma posição em que o corpo oferece a menor resistência possível ao avanço, com os membros superiores em extensão acima do nível da cabeça (Connaboy *et al.*, 2009). É um movimento de “*chicote*”, impulsionando através de uma “onda corporal” que aumenta a sua amplitude à medida que viaja ao longo do corpo (Gavilan *et al.*, 2006). Cada ciclo consiste em duas fases

dos membros inferiores: ascendente e descendente. Estas duas fases são definidas pelo momento de mudança na direção da ponta dos pés (Connaboy *et al.*, 2010). Em decúbito ventral, o movimento descendente é composto por uma flexão da anca e extensão do joelho e o movimento ascendente pela extensão da anca e flexão do joelho (Higgs *et al.*, 2017).

O facto de, com exceção da partida, as maiores velocidades em competição serem alcançadas através do movimento ondulatório subaquático deve-se à redução da resistência total quando os nadadores se movimentam em trajetória subaquática (Connaboy *et al.*, 2009). A resistência total a que os nadadores estão sujeitos é a soma: 1) da resistência da forma, que depende essencialmente da área da superfície corporal; 2) da resistência de onda, que depende da deformação da superfície da água, e; 3) da resistência de fricção, que depende do atrito entre a pele e a água. A posição hidrodinâmica fundamental, adotada durante a execução do movimento ondulatório subaquático, é a posição com maior capacidade de minimizar a superfície frontal e a forma, gerando menor resistência ao avanço (Connaboy *et al.*, 2009). No entanto, a maior vantagem do movimento ondulatório subaquático é a redução considerável da resistência de onda considerada quando um corpo se move a aproximadamente 1m de profundidade (Vennell *et al.*, 2006).

Apesar de existir a consciência da importância deste movimento, a atenção dispensada ao mesmo durante o treino é consideravelmente menor do que em outras técnicas de nado (Thompson *et al.*, 2022). Este facto talvez se deva à falta de recursos para treinadores, que lhes permitam implementar um programa devidamente estruturado (Thompson *et al.*, 2022). Da mesma forma, embora vários estudos tenham abordado diferentes formas para identificar as estratégias de capacitação mais adequadas para a natação competitiva (Cuenca-Fernández *et al.*, 2022), as intervenções relacionadas com movimento ondulatório subaquático foram relegadas para segundo plano. Desta forma, este capítulo visa auxiliar no desenvolvimento do movimento ondulatório subaquático por parte dos técnicos, tendo para o efeito sido recolhidas as principais considerações que têm sido indicadas na literatura científica para seu treino, avaliação e potencialização.

das e dominadas, devemos passar mais tempo no trabalho dos exercícios de “deslize e propulsão”, “propulsão” e “velocidade”. Uma vez que os nadadores tenham uma consciência corporal adequada, os exercícios de “consciência corporal” podem não ser necessários em todas as sessões. Isso dependerá única e exclusivamente do grupo de nadadores, devendo ser avaliado individualmente pelo treinador, pois varia a cada temporada em função do nível dos nadadores. Portanto, o mesmo programa de treino não deve ser aplicado da mesma forma em duas temporadas consecutivas, pois as condições do grupo serão seguramente diferentes.

Os exercícios de consciência corporal são fundamentais e podem ser acompanhados de exercícios de mobilidade e flexibilidade, permitindo ao nadador atingir amplitudes ótimas de movimento. Sem eles, o nadador não conseguirá adotar uma posição correta com o mínimo de resistência hidrodinâmica. Além disso, esses exercícios ajudarão os nadadores a realizar o movimento ondulatório subaquático em forma de “*chicote*”, permitindo que a realização de uma ondulação correta e mais eficaz. É um erro comum ver nadadores, principalmente os mais velhos, muito rígidos na cintura pélvica, com um movimento ineficiente, pois impulsionam apenas com a ação do joelho. Concluindo, esta parte é a base para poder desenvolver adequadamente os exercícios de propulsão. Da mesma forma, os exercícios de deslize são fundamentais para ter um movimento ondulatório subaquático eficiente. A adoção da posição adequada reduzirá a resistência, obtendo uma maior velocidade de deslocamento a cada ciclo de movimento (Connaboy *et al.*, 2016). Muitas vezes dirigimos a nossa atenção apenas em melhorar a propulsão e esquecemos que a redução da resistência é igualmente importante.

8.2.1.2. Nadadores adolescentes e adultos

O conhecimento científico dos programas de formação existentes nas idades mais avançadas é escasso. Até o momento, não existem programas de treino conhecidos aplicados a nadadores juniores ou absolutos. A mesma metodologia aplicada com nadadores jovens pode ser aplicada com estes nadadores, pois em muitos casos observamos deficiências básicas. Além disso, nessas idades podemos enfatizar os elementos mencionados no ponto dois, por exemplo, para encontrar a frequência ideal para cada nadador. Para isso podemos usar um metrônomo (Yamakawa *et al.*, 2017). Uma vez encontrada a frequência ideal, o trabalho deve concentrar-se em aumentar essa frequência,

mantendo a amplitude do movimento e a distância percorrida por cada ciclo (Ruiz-Navarro *et al.*, 2022).

Devido à independência que existe entre a posição ventral e dorsal, é aconselhável que os nadadores façam treino de movimento ondulatório subaquático específico na posição em que vão competir (Arellano *et al.*, 1999). Ou seja, os nadadores de costas devem realizar o trabalho específico do movimento ondulatório subaquático em decúbito dorsal. Nesse sentido, seria recomendável o uso de pinças para o nariz, pois adquirir essa habilidade pode ser mais complicado do que pensamos. Além disso, é possível que o desenvolvimento do movimento ondulatório subaquático ocorra com o trabalho complementar de força em seco, uma vez que foi observada uma correlação positiva entre a força dos flexores dorsais e rotadores internos do tornozelo com o desempenho do movimento ondulatório subaquático (Willems *et al.*, 2014).

Complementarmente, o desenvolvimento do movimento ondulatório subaquático não deve ser realizado exclusivamente de uma forma isolada, devendo ser também incluído e integrado no treino de partidas e viragens. É importante definir, não só o momento em que iniciamos o movimento, mas também como são feitos os ciclos gestuais ao longo da fase subaquática. Por exemplo, aqueles nadadores com gestos mais amplos talvez devam esperar mais para iniciar os movimentos após a partida, pois foi observada uma correlação negativa entre a amplitude inicial do movimento dos membros inferiores e o desempenho na partida (ou seja, quanto maior a amplitude maior a desaceleração inicial) (Houel *et al.*, 2013). Além disso, há algumas evidências de que, à medida que o nadador se aproxima da superfície, ele deve aumentar a frequência para obter melhores resultados (West *et al.*, 2022), bem como coordenar o último movimento com o início do nado (Stosic *et al.*, 2021).

Por fim, é importante lembrar que o movimento ondulatório subaquático deve ser trabalhado ao longo da sessão. Em sessões de 5.000m em piscina curta, os nadadores realizam aproximadamente duzentas saídas da parede, nas quais devem tentar otimizar esse desempenho. Da mesma forma, estender a fase subaquática durante diferentes exercícios pode supor não só um maior trabalho do movimento ondulatório subaquático, mas também diferentes adaptações devido a um menor conforto e uma maior intensidade relativa (Veiga, Pla, *et al.*, 2022).

8.2.2. Avaliação

Para entender o efeito de um programa de treino, é necessário avaliá-lo fazendo, pelo menos, uma observação inicial e final. As avaliações devem ser idênticas e para isso existe uma série de fatores que devemos controlar, tais como:

- i. garantir situações de teste semelhantes entre protocolos, mesmo tempo, com o mesmo aquecimento, número de repetições e descanso entre repetições (isso geralmente é afetado pelo número de nadadores que frequentam o treino);
- ii. o *feedback* utilizado durante a tarefa (por exemplo: se encorajamos, devemos encorajar sempre).

Apesar de fazerem parte da mesma ação, o deslize e o movimento ondulatório subaquático devem ser avaliados separadamente, pois o desempenho num teste subaquático de 15 m pode ser melhorado unicamente pela realização de um melhor deslize após o impulso na parede. Idealmente, o uso de um velocímetro seria necessário. Com esta ferramenta podemos conhecer algumas variáveis de interesse no deslize, como a velocidade média, a velocidade do impulso na parede, o tempo para atingir 2 ou 1 m/s ou o tempo até parar efetivamente o deslocamento, variáveis altamente relacionadas com o desempenho na fase subaquática (Ruiz-Navarro *et al.*, 2021).

Além disso, a avaliação do movimento ondulatório subaquático é possível por meio de análise de vídeo. Esta ferramenta permite avaliar um maior número de variáveis, tais como amplitudes de movimento e amplitudes ou velocidades angulares das articulações (Connaboy *et al.*, 2010), as quais tem uma elevada influência no rendimento (Ruiz-Navarro *et al.*, 2022). Por último, se por algum motivo o treinador não tiver as ferramentas mencionadas disponíveis, a estratégia de avaliação mais simples seria medir a distância máxima de deslize ou registar o tempo em 15 m. Estas variáveis fornecem informações importantes, no entanto, o seu desempenho pode ser influenciado pelo impulso na parede. Para controlar, na medida do possível, este efeito, poderíamos adicionalmente avaliar o tempo que leva para percorrer a distância entre 5 e 10 m, a fim de isolar melhor esses movimentos.

Por fim, para obter maior confiabilidade na medição, é conveniente realizar mais de uma repetição (Connaboy *et al.*, 2010). No caso do tempo medido manualmente, o próprio treinador é um fator que pode afetar a medição e, portanto, seria desejável realizar pelo menos 3 avaliações.

8.2.3. Capacitação

No contexto das competições desportivas, a transição do aquecimento para a prova principal pode ser problemática para os atletas. Isso é particularmente evidente na natação, onde os nadadores costumam ficar em situações estáticas ou passivas na câmara de chamada por vários minutos antes de uma prova, o que pode comprometer seriamente o seu desempenho (Bishop, 2003). Para resolver este problema, alguns nadadores realizam exercícios durante a fase de transição, como saltar, balançar os membros ou movimentos rápidos para manter seu desempenho neuromuscular (Cuenca-Fernández *et al.*, 2022). Especificamente, foi observado que um aquecimento ativo de intensidade moderada de 5 a 10 min pode melhorar o desempenho de curto prazo em diferentes tarefas (Bishop, 2003).

Os fatores cardiovasculares e neuromusculares desencadeados pelo aumento da temperatura muscular, como o aumento do aporte de oxigénio para os músculos e a melhoria na velocidade de condução nervosa, geralmente aparecem após um atraso de 3 a 5 min e duram pelo menos 5 a 10 min (Blazevich & Babault, 2019; Boullosa, 2021). Portanto, embora o exercício intenso durante o aquecimento possa gerar fadiga aguda, esta é rapidamente reduzida durante os primeiros momentos de recuperação (< 5 min) devido à regeneração da fosfocreatina (Blazevich & Babault, 2019). Esta situação cria uma “janela de oportunidade” após a fadiga gerada pelo aquecimento, na qual os atletas podem beneficiar de um estado orogénico melhorado. Este efeito, conhecido como melhoria de desempenho pós-ativação (PAPE – *Post Activation Performance Enhancement*), é considerado o principal objetivo das tarefas realizadas após um aquecimento geral (Cuenca-Fernández *et al.*, 2017).

As características específicas dos exercícios de treino, como carga, número de repetições e tempo de descanso, desempenham um papel importante na modulação dos efeitos do PAPE (Boullosa, 2021). Especificamente, foi demonstrado que rotinas de exercícios focadas nos grupos musculares de membros inferiores, com baixas repetições (3-5) e altas cargas (>85% RM), melhoram acentuadamente o desempenho em ações explosivas (Wilson *et al.*, 2013), o que na natação se traduz numa redução dos tempos nos primeiros metros de uma prova (15 m) (Cuenca-Fernández *et al.*, 2015). No entanto, estudos recentes sugerem que os principais efeitos do PAPE não dependem apenas da aplicação de contrações localizadas em áreas específicas, mas sim de uma estimulação geral do sistema muscular a nível metabólico e cardio-

vascular (Blazevich & Babault, 2019; Boullosa, 2021), o que poderia levar a uma variação desses fatores moduladores em favor de um maior volume de atividade (ou seja, mais séries e/ou repetições). Isto significa que não é necessário replicar completamente o movimento real das tarefas para induzir respostas PAPE, o que pode ser relevante para enfrentar os desafios logísticos de implementação desses protocolos em ambientes de competição. Além disso, é conveniente que esta abordagem seja implementada durante o treino, pois um mesmo protocolo de aquecimento pode provocar respostas diferentes entre os atletas devido às suas características individuais, como o estado maturacional ou a experiência, o que pode modificar a interação-relação entre fadiga e potenciação, podendo existir nadadores que respondem positivamente e outros não (Seitz & Haff, 2016). Portanto, embora os efeitos do aquecimento tenham sido amplamente documentados na natação (Cuenca-Fernández *et al.*, 2022; Neiva *et al.*, 2014), apresentamos de seguida alguns dos poucos estudos que exploraram os efeitos do PAPE exclusivamente no movimento ondulatório subaquático.

8.2.3.1. Resultados relatados na literatura

Apesar de não estar diretamente relacionado ao movimento ondulatório subaquático, num estudo realizado por Ng *et al.* (2020), foram comparados os efeitos de um aquecimento de 1.400 m que incluiu diferentes combinações de exercícios de movimentos de membros inferiores na técnica de crol, com o mesmo tipo de aquecimento, desta vez de 700 m, seguido de saltos de contramovimento 2 × 5. Após 8 min de descanso, o desempenho nos mencionados movimentos de membros inferiores de crol num total de 25 m foi avaliado e uma maior velocidade, frequência gestual e impulso foram observados durante a condição experimental. Assim, os autores sugeriram que o uso de saltos de contramovimento poderia ser uma maneira simples e eficaz de melhorar acentuadamente o desempenho em tarefas com os membros inferiores.

Especificamente em movimento ondulatório subaquático, Crespo *et al.* (2021) compararam um aquecimento de 600 m incluindo 3 × 10 m de movimento ondulatório subaquático máximo, com o mesmo aquecimento seguido por 4 agachamentos máximos numa máquina de treino excêntrico. Após 5 min de descanso, o tempo para atingir 10 m foi mais rápido para a condição experimental, tanto para homens quanto para mulheres, no entanto, as tendências

de melhoria foram obtidas apenas em outras variáveis, como picos de velocidade ou frequência dos movimentos dos membros inferiores. Como tal, a origem das adaptações não pôde ser determinada com precisão. De qualquer forma, os autores argumentaram que as melhorias poderiam ter sido mais evidentes se o aquecimento tivesse oferecido um estímulo mais duradouro, suficiente para garantir maior solicitação muscular e as consequentes adaptações metabólicas e cardiovasculares.

Num estudo recente do mesmo grupo (Ruiz-Navarro *et al.*, 2022), foi aplicado um aquecimento semelhante na água para nadadores de 13 e 14 anos. Porém, para testar um protocolo que pudesse ser utilizado em competições e sem a necessidade de equipamentos, o agachamento excêntrico foi substituído por quatro saltos máximos (*tuck jump*). Apesar de terem observado tendências de melhoria na velocidade de impulso da parede, os resultados não mostraram aumentos no desempenho ou na cinemática do movimento ondulatório subaquático após a partida. Embora o protocolo também não tenha revelado decréscimo de desempenho, os autores compararam os resultados com os obtidos por Ng *et al.* (2020), que utilizaram carga de baixa intensidade e alto volume, e por Crespo *et al.* (2021) (alta intensidade e baixo volume de trabalho). Dessa forma, concluíram que, ao utilizar exercícios de alta velocidade com o peso corporal como estímulo condicionante, essa rotina requer um maior número de séries/repetições para conseguir uma maior exposição ao estímulo e assim desencadear as respostas do PAPE, tal como comentado anteriormente (Afonso *et al.*, 2019).

De facto, se considerarmos os resultados obtidos noutros estudos, nos quais, embora o movimento ondulatório subaquático não tenha sido analisado exclusivamente, mas sim como o rendimento total em 15 m, conjuntamente com a partida do bloco, foram reportadas melhorias após aquecimentos em que foi fornecida uma atividade geral de 5-10 min a 60-70% do VO_{2max} , seguida de protocolos de exercícios em seco com os membros inferiores, incluindo exercícios explosivos, ou com cargas moderadas a elevadas. Por exemplo, num estudo conduzido por Waddingham *et al.* (2019), um aquecimento de 400 m na água foi comparado com um aquecimento seguido de exercícios de agachamento 3 x 3 com bandas elásticas. Verificou-se que o protocolo de agachamento com banda elástica resistente melhorou o tempo nos primeiros 15 m do teste, sugerindo que esse exercício poderia estimular os membros inferiores durante a fase de transição. Num outro estudo conduzido por Đurović *et al.* (2022), um aquecimento de 1600 m na água foi comparado com

Referências bibliográficas

- Afonso, J., Buzzachera, C.F. & Fernandes, R. J. (2019). "Commentary: Do Thirty-Second Post-activation Potentiation Exercises Improve the 50-m Freestyle Sprint Performance in Adolescent Swimmers?". *Frontiers in Physiology*, 10, 1-3. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1565050>.
- Arellano, R., Gavilan, A. & Garcia, F. (1996). "La natación ondulatoria subacuática, técnica, aprendizaje y entrenamiento". *NSW*, 4-12.
- Arellano, R., Gavilán, A. & Garcia, F. (1999). "A comparison of the underwater undulatory swimming technique in two different body positions". *Int Symp Biomech Med Swim*, 8, 25-28. [https://doi.org/10.1016/0091-3057\(75\)90010-6](https://doi.org/10.1016/0091-3057(75)90010-6).
- Bishop, D. (2003). "Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm up". *Sports Medicine*, 33(7), 483-498. <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed6&NEWS=N&AN=2003241218>.
- Blazevich, A.J. & Babault, N. (2019). "Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans : historical perspective, underlying mechanisms, and current issues". *Frontiers in Physiology*, 10 (November). <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01359>.
- Boullousa, D. (2021). "Post-activation performance enhancement strategies in sport: A brief review for practitioners". *Human Movement*, 22(3), 101-109. <https://doi.org/10.5114/hm.2021.103280>.
- Collard, L., Gourmelin, E. & Schwob, V. (2013). "The fifth stroke: the effect of learning the dolphin-kick technique on swimming speed in 22 novice swimmers". *Journal of Swimming Research*, 21(1), 1-15.
- Connaboy, C., Coleman, S., Moir, G. & Sanders, R. (2010). "Measures of reliability in the kinematics of maximal undulatory underwater swimming". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(4), 762-770. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181badc68>.
- Connaboy, C., Coleman, S. & Sanders, R.H. (2009). "Hydrodynamics of undulatory underwater swimming: a review". *Sports Biomechanics*, 8(4), 360-380. <https://doi.org/10.1080/14763140903464321>.

- Connaboy, C., Naemi, R., Brown, S., Psycharakis, S., McCabe, C., Coleman, S. & Sanders, R. (2016). "The key kinematic determinants of undulatory underwater swimming at maximal velocity". *Journal of Sports Sciences*, 34(11), 1036-1043. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1088162>.
- Crespo, E., Ruiz-Navarro, J.J., Cuenca-Fernández, F. & Arellano, R. (2021). "Post-eccentric flywheel underwater undulatory swimming potentiation in competitive swimmers". *Journal of Human Kinetics*, 79(1), 145-154. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0068>.
- Cuenca-Fernández, F.C., Boullosa, D., López-Belmonte, Ó., Gay, A., Ruiz-Navarro, J.J. & Arellano, R. (2022). "Swimming Warm-up and beyond: dryland protocols and their related mechanisms – a scoping review". *Sports Medicine – Open*, 8(120), 1-44. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00514-y>.
- Cuenca-Fernández, F., López-Contreras, G. & Arellano, R. (2015). "Effect on swimming start performance of two types of activation protocols: lunge and yoyo squat". *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(3), 647-655.
- Cuenca-Fernández, F., Ruiz-Navarro, J.J., Polach, M., Arellano, R. & Born, D. (2023). "Short-course performance variation across all race sections: how 100 and 200 m elite male swimmers progress between rounds". *Frontiers in Sports and Active Living*, 1-17. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1146711>.
- Cuenca-Fernández, F., Smith, I.C., Jordan, M.J., MacIntosh, B.R., López-Contreras, G., Arellano, R. & Herzog, W. (2017). "Nonlocalized postactivation performance enhancement (PAPE) effects in trained athletes: a pilot study". *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 42(10), 1122-1125. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0217>.
- Arruda, T.B., Barbieri, R.A., Andrade, V.L., Cursiol, J.A., Kalva-Filho, C.A., Bertucci, D.R. & Papat, M. (2020). "Proposal of a conditioning activity model on sprint swimming performance". *Frontiers in Physiology*, 11 (october), 1-13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.580711>.
- Đurović, M., Stojanović, N., Stojiljković, N., Karaula, D. & Okičić, T. (2022). "The effects of post-activation performance enhancement and different warm-up protocols on swim start performance". *Scientific Reports*, 12(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-13003-9>.

11.2. Métodos e procedimentos

A amostra do estudo é composta por 12 participantes praticantes de natação pura desportiva, cinco masculinos e sete femininos, com idades compreendidas entre os 15,75-23,24 anos (masculinos $17,46 \pm 1,62$ anos e femininos $19,10 \pm 2,46$ anos). Antes do início do estudo todos (e os tutores se menores de idade) entregaram o consentimento de participação informada. O estudo foi aprovado pelo Conselho Científico da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra. As características antropométricas e de composição corporal da amostra estão reportados na tabela 11.1. A composição corporal foi acedida por bioimpedância (*InBody*), respeitando sempre os procedimentos propostos de utilização do equipamento.

Tabela 11.1. Variáveis biográficas (idade) e antropométricas (estatura, massa corporal, envergadura, diâmetro biacromial e de composição corporal de massa gorda) da amostra.

Participantes	Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa corporal (kg)	Envergadura (cm)	Diâmetro biacromial (cm)	Massa Gorda (%)
Masculinos	17,5±1,6	174,0±6,5	63,4±6,2	180,1±8,1	37,1±1,5	8,9±1,8
Femininos	19,1±2,5	163,6±2,0	57,1±2,3	167,5±3,3	36,7±2,0	20,4±3,9
Total (n = 12)	18,4±2,2	167,9±6,8	59,7±5,2	172,7±8,5	36,9±1,8	15,6±6,7

Na avaliação da força propulsiva efetiva no nado amarrado foi utilizada uma célula de carga (CncellPacific Weighing; máx. 500 N) conectada ao computador e fixa ao bloco de partida através de uma cinta sem expansão e por uma espia de aço (2,78 m) presa ao nadador por um cinto devidamente ajustado. Para determinação dos valores de força recorreremos ao *software* WinDaq[®] que permite uma amostragem de 240 Hz. Na avaliação do nado semiamarrado foi utilizado um elástico cirúrgico (7,25 m), previamente calibrado através de um dinamómetro (Frederiksen[®]) de 100 N de capacidade máxima e de uma fita métrica de 20 m DEXTER[®].

A recolha de imagens foi realizada através de duas câmaras de filmar (Sony ActionCam HDR-AZ1 e Rollei s50, ambas operando a 50 Hz). A primeira câmara estava localizada na bancada (posicionada aos 20 m ortogonalmente

ao plano de nado), permitindo a obtenção de registos vídeo dos sujeitos aquando da extensão máxima do elástico cirúrgico. A segunda câmara, situada no cais da piscina a 3 m do local da partida, serviu para realizar a filmagem durante a utilização da célula de carga. Ambas permitiram a determinação da frequência gestual durante a execução do nado amarrado e semiamarrado. O elástico cirúrgico foi previamente calibrado, realizando-se três medições para posteriormente usar o valor médio do valor da força causadora da deformação procurada. A calibração consistiu na deformação por extensão forçada do elástico aplicando múltiplos de 10 N e, após a obtenção das medições, encontrou-se a equação preditora descrita na figura 11.1.).

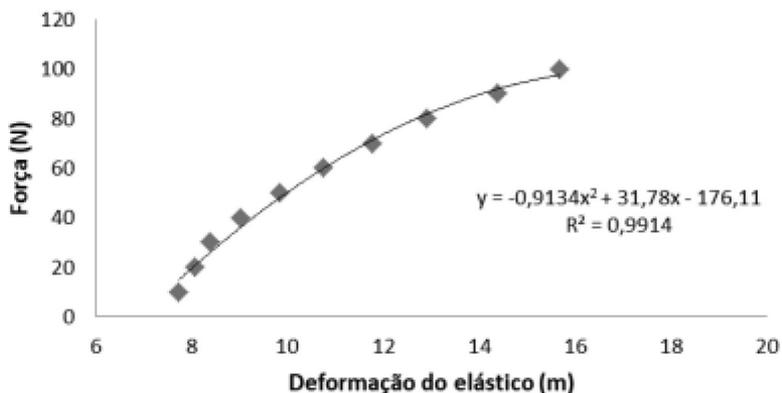


Figura 11.1. Determinação da equação de deformação do elástico cirúrgico.

A recolha dos dados foi realizada numa piscina de 50 m, estando os nadadores familiarizados com o equipamento utilizado em ambos os métodos de avaliação da força propulsiva. Antes da realização do protocolo de avaliação os nadadores efetuaram um aquecimento de 800 m crol (400 m de a uma intensidade moderada, 4 x 50 m *drills*/técnica completa a uma intensidade moderada e 4 x 50 m 15 m *sprint*/35 m lento, 20 m *sprint*/30 m lento, 35 m *sprint*/15 m lento e 50 m lento). A amostra foi dividida aleatoriamente em dois grupos de seis nadadores, em que cada grupo realizou três repetições nas duas condições de avaliação alternando a ordem da condição imposta:

- i. utilizando a célula de carga, analisou-se o pico de força atingido durante um período de 15 s;
- ii. utilizando um elástico cirúrgico, procurou-se a conseguir a maior extensibilidade em 15 s.

O intervalo entre cada repetição foi de 5 min, possibilitando aos nadadores recuperar os depósitos de fosfagénios utilizados nas tarefas de nado (Glaister, Stone, Stewart, Hughes, & Moir, 2005). Após cada repetição foi pedido aos nadadores que identificassem o valor do esforço percebido através da escala de CR10 de Borg. O cálculo da frequência de ciclo foi realizado através dos registos de vídeo obtidos pelas duas câmaras e do *software* Kinovea®. Retirou-se o tempo de três ciclos completos da ação dos membros superiores e, posteriormente, calculou-se a frequência em ciclos por minuto. Para analisar a associação entre o valor da componente horizontal da força em nado amarrado e semiamarrado e o desempenho competitivo foram consideradas as marcas pessoais nas distâncias 50, 100 e 400 m livres obtidas no site www.swimrankings.net. A marca dos 25 m foi obtida durante uma sessão prévia de treino.

Relativamente ao cálculo da componente horizontal da força, para o nado amarrado utilizou-se conceito trigonométrico do teorema de Pitágoras ($H^2 = c^2 + c^2$). Sabendo o valor da diagonal e distância da parede ao nadador, e utilizando o valor da força exercida pelo nadador na célula de carga, conseguimos calcular a componente horizontal da força realizada recorrendo à semelhança de triângulos. Para o nado semiamarrado, aplicando o mesmo teorema, sabendo o valor dos dois catetos, calculou-se o comprimento do elástico esticado e subtraiu-se 7,25 m que correspondia ao comprimento do elástico em repouso. O resultado dessa deformação foi introduzido na equação de regressão (figura 11.1.), obtendo-se a força exercida por cada nadador a partir da deformação produzida (figura 11.2.).

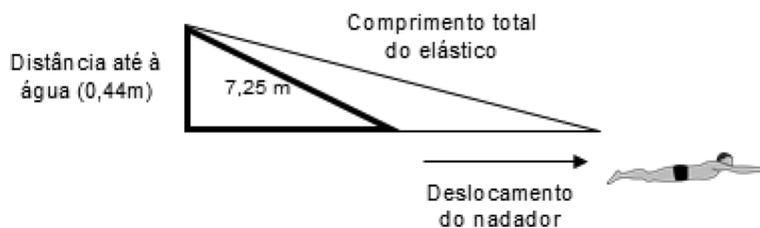


Figura 11.2. Cálculo da força produzida em função da deformação do elástico cirúrgico.

Os resultados obtidos são apresentados descritivamente através dos valores de média e desvio padrão. A normalidade e homogeneidade da distribuição

foi confirmada pelo teste Shapiro-Wilki. A concordância dos valores medidos pelos dois protocolos foi determinada a partir das diferenças de médias usando o teste T e da análise de concordância de Bland-Altman (sendo a variável dependente a média das diferenças e a variável independente a média das duas medidas). A confiança de medida em cada um dos protocolos foi acedida pelo cálculo do coeficiente de correlação intraclasse (ICC) em cada condição de avaliação. A análise correlativa foi considerada trivial ($r < 0.1$), pequena ($0.1 < r < 0.3$), moderada ($0.3 < r < 0.5$), forte ($0.5 < r < 0.7$), muito forte ($0.7 < r < 0.9$) ou quase perfeita ($r < 0.9$). Para todas as análises o valor de alfa foi estabelecido em $p \leq 0,05$. Os dados foram analisados com o pacote estatístico IBM SPSS Statistics (versão 27; IBM, Chicago, IL) e os gráficos foram produzidos com GraphPad (versão 10.0, GraphPad Software; Boston, MA).

11.3. Resultados

A fiabilidade das medidas reportadas através do coeficiente intraclasse entre as três repetições em cada condição foi de 0,94 e erro típico de 0,28 N no nado amarrado e de 0,99 e de 0,11 N no nado semiamarrado, o que demonstra a elevada reprodutibilidade dos dois protocolos. Não se observaram diferenças entre a componente horizontal da força dos dois tipos de medição ($p = 0,534$) e o respetivo coeficiente de correlação foi de $r = 0,664$ (correspondendo a uma correlação forte). A análise da componente horizontal da força exercida pelos nadadores nos dois tipos de nado permite observar que a diferença média é de apenas 4,04 N (tabela 11.2.). A análise da concordância entre os dois protocolos é aceitável (figura 11.2.).

Tabela 11.2. Estatística descritiva (média e desvio padrão) e significância do teste comparativo entre os resultados da componente horizontal de força no protocolo de nado amarrado e semiamarrado.

Protocolo	Média \pm Dp	p
Nado amarrado (N)	96,94 \pm 31,22	0.534
Nado semiamarrado (N)	100.98 \pm 13,64	

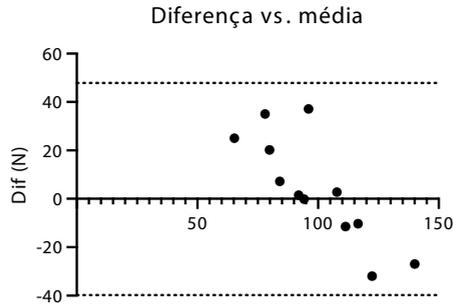


Figura 11.3. Gráfico da concordância Bland-Altman da diferença das medidas vs. valor médio das medidas.

A análise da regressão entre as medidas dos dois protocolos (figura 11.3.) permite constatar uma determinação aceitável entre os valores obtidos por ambos os protocolos ($R^2 = 0,603$). A análise da variável cinemática frequência gestual (tabela 11.3.) não evidencia diferenças entre a frequência gestual nos dois tipos de nado ($p = 0,875$). O valor do esforço percebido permite-nos observar que existem valores médios superiores no nado semiamarrado relativamente ao nado amarrado ($p = 0,007$) (tabela 11.4.).

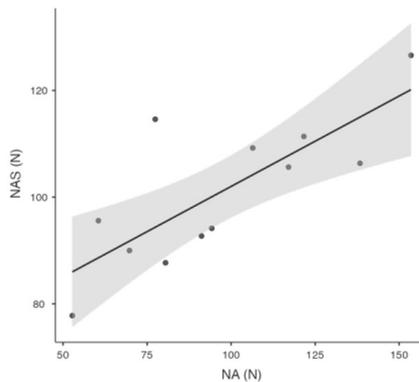


Figura 11.4. Regressão linear (95% CI), dos valores obtidos no protocolo de nado amarrado e semiamarrado.

Tabela 11.3. Valores de estatística descritiva (média e desvio padrão) e significância dos valores de frequência gestual nos protocolos de nado amarrado e semiamarrado.

Protocolo	Média ± Dp	p
Nado amarrado (ciclos/min-1)	47,38 ± 3,16	0,875
Nado semiamarrado (ciclos/min-1)	47,28 ± 3,23	

Tabela 11.4. Valores descritivos (média e desvio padrão) do esforço percebido nos protocolos de nado amarrado e semiamarrado e significância da análise comparativa

Protocolo	Média ± Dp	p
Nado amarrado	6,33 ± 1,44	0,007
Nado semiamarrado	8,08 ± 0,79	

Na análise da tabela 11.5. verificamos que a correlação entre a componente horizontal da força do nado amarrado com as quatro distâncias de nado é baixa e não significativa. Em relação à componente horizontal da força do nado semiamarrado e as quatro distâncias de nado verificamos que apresenta melhor valor de associação nas distâncias mais curtas (25 e 50 m) (tabela 11.5.).

Tabela 11.5. Correlação e significância entre os valores de força obtidos nos protocolos de nado amarrado e semiamarrado e as melhores marcas nas distâncias de 25, 50, 100 e 400 m crol.

Protocolo	Distância de nado			
	25 m	50 m	100 m	400 m
Nado amarrado (N)	n.s	n.s	n.s	n.s
Nado semiamarrado (N)	r= -0,630 p=0,028	r= -0,615 p=0,033	n.s	n.s

n.s: não significativo.

ESTUDOS EM NATAÇÃO

PARTE 1

OS QUATRO NADOS CONVENCIONAIS

Editores

Ricardo J. Fernandes

Mário J. Costa

Aldo Matos da Costa

Sobre a obra

Esta obra, enquadrada na Coleção APTN, é um contributo para o conhecimento geral da natação, compondo-se de treze capítulos especializados, criados por 39 autores de referência, a maioria ligado a instituições de ensino superior de Portugal, Espanha e Brasil. Editada pelos professores Ricardo J. Fernandes, Mário J. Costa e Aldo Matos da Costa, detentores de responsabilidades ao nível nacional e internacional no âmbito da natação de formação e treino desportivo, desenvolve nos textos apresentados reflexões pedagógicas do ensino-aprendizagem da natação, propostas metodológicas orientadas o ensino e aperfeiçoamento das quatro técnicas convencionais de nado e contributos metodológicos no âmbito do treino orientado para a otimização do nado desportivo.

Destinada a treinadores, membros de equipas técnicas, monitores de natação, professores de Educação Física, estudantes de cursos de Desporto, e praticantes de atividades aquáticas, tem como objetivo disponibilizar revisões atualizadas e novas perspectivas metodológicas de ensino e treino, para fazer evoluir a natação e orientar a conduta e visão do profissional e praticante de natação.

Apoio



SportMAGAZINE

Também disponível em formato e-book



www.sportbook.pt

sportbook