

## Será o volume de aquecimento determinante do rendimento em natação?

### Autores

Henrique Pereira Neiva <sup>1,2</sup>  
Mário Cardoso Marques <sup>1,2</sup>  
Mikel Izquierdo <sup>3</sup>  
Tiago Manuel Barbosa <sup>4,2</sup>  
João Luís Viana <sup>5</sup>  
Daniel Almeida Marinho <sup>1,2</sup>

[henriquepn@gmail.com](mailto:henriquepn@gmail.com)

### Resumo

**Objetivo:** Verificar o efeito que três diferentes volumes de aquecimento sobre o rendimento dos nadadores na prova de 100m livres.

**Métodos:** Onze nadadores masculinos de nível nacional realizaram três repetições máximas de 100m livres, em dias separados, testando três diferentes volumes de aquecimento. O aquecimento de controlo (Acontrolo) compreendeu tarefas habitualmente utilizadas, perfazendo um total de 1200m. O aquecimento curto (Acurto) correspondeu a 50% do Acontrolo (600m) e o aquecimento longo (Alongo) teve um acréscimo de 50% (1800m). Foram avaliadas variáveis de rendimento (tempo), fisiológicas (concentração sanguínea de lactato, temperatura auricular, frequência cardíaca), psicofisiológicas (perceção de esforço) e biomecânicas (distância por ciclo, frequência gestual, índice de nado e eficiência propulsiva).

**Resultados:** Os nadadores foram mais rápidos após Acontrolo ( $60.8 \pm 2.00s$ ) e Acurto ( $60.90 \pm 2.23s$ ) comparativamente com Alongo ( $61.73 \pm 2.52s$ ), contribuindo para isso as diferenças detetadas nos primeiros 50m. Por sua vez, o Acontrolo originou valores superiores de distância de ciclo, índice de nado e eficiência propulsiva nos segundos 50m, comparado com Acurto. Adicionalmente, registou valores elevados de lactato após a prova, relativamente ao Acurto e Alongo.

**Conclusões:** Os resultados sugerem que o aquecimento longo pode prejudicar o rendimento nos 100m livres, mesmo quando comparado com um aquecimento de volume inferior ao habitual. Após Acontrolo, os nadadores apresentaram maior eficiência de nado, sendo uma situação favorável ao rendimento. Este estudo realça a importância do volume de aquecimento, prevenindo a comunidade técnica e científica de que a utilização de volumes acima do habitual poderá ser prejudicial para o rendimento dos 100m livres.

### Palavras-chave

Pré-exercício; Natação; Rendimento; Eficiência; Lactato

<sup>1</sup> Universidade da Beira Interior

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

<sup>3</sup> Department of Health Sciences, Public University of Navarre

<sup>4</sup> Nanyang Technological University

<sup>5</sup> Loughborough University, School of Sport, Exercise and Health Sciences

## INTRODUÇÃO

O aquecimento desportivo tem vindo a tornar-se numa prática inquestionável antes da prova ou do treino. Sobre o tema, quer os treinadores, quer os nadadores têm vindo a desenvolver os seus próprios métodos de preparação para a otimização do rendimento<sup>1</sup>. Contudo, as evidências científicas foram são escassas controversas, demonstrando que o aquecimento pode ter efeitos ambíguos no rendimento<sup>2,3</sup>.

Recentemente, o tema voltou a surgir no seio da comunidade científica, com as novas descobertas a apontarem para o efeito positivo da realização de aquecimento antes de uma prova curta em natação<sup>1</sup>. O aquecimento parece aumentar a força propulsiva média dos nadadores em cerca de 13% durante 30s de nado amarrado<sup>4</sup>. Estes resultados foram posteriormente corroborados por Balilionis et al.<sup>5</sup>, ao observarem a tendência para obtenção de melhores tempos nos 45.7m livres (~0.2s, p=0.06), e por Neiva et al.<sup>6</sup> que puderam verificar que os nadadores foram 1.48±2.06% mais rápidos e com superior eficiência de nado nos 100m livres, após realização de aquecimento.

Embora o aquecimento tenha o potencial de otimizar o rendimento, a atenção dada a este tema tem sido pouca, sobretudo no que concerne à estrutura do aquecimento e às suas componentes e procedimentos inadequados podem resultar em efeitos adversos. De acordo com a pesquisa efetuada, somente três estudos compararam o efeito do volume de aquecimento em prestações desportivas máximas, obtendo resultados pouco esclarecedores. Balilionis et al.<sup>5</sup> verificaram que os nadadores foram 1.22% mais rápidos nos 45.7m livres após um aquecimento de 1300m comparando com outro de 91.44m; Contudo, não foram detetadas diferenças nos 91.4m livres comparando dois aquecimentos longos, 2011.7m e 4023.4m<sup>7</sup>, e nos 45.7m livres após dois aquecimentos curtos, 91.4 e superior a 450m<sup>8</sup>.

A controvérsia tem-se mantido no que diz respeito à estrutura de aquecimento *ideal* antes de uma prova. Assim, com este estudo pretendemos verificar o efeito que três diferentes volumes de aquecimento têm no rendimento dos nadadores na prova de 100m livres. Desta forma, procuramos conhecer melhor a influência que o volume utilizado no aquecimento pode ter no rendimento, fornecendo dados essenciais para os treinadores e nadadores para a otimização do seu rendimento.

## MÉTODOS

### Participantes

Onze nadadores masculinos de nível nacional (18.1±3.3 anos de idade; 1.78±7.4 m de estatura; 68.5±7.9 kg de massa corporal; 9.3±2.9 anos de carreira; 16.0±1.21 h de treino/semana) participaram no estudo. Após a aprovação do comité de ética da instituição e de acordo com declaração de Helsínquia, os participantes foram informados acerca dos procedimentos experimentais e assinaram o termo de consentimento.

### Procedimentos

Cada teste ocorreu com 48 horas de intervalo, sendo realizados sempre à mesma hora do dia e numa piscina interior de 50 m com a temperatura da água a 27.53±0.06°C. Em cada dia, foi realizado um de três aquecimentos (Tabela 1):

Tabela 1 – Aquecimento de controlo (Acontrolo), aquecimento curto (Acurto) e aquecimento longo (Alongo).

| Acontrolo     | Acurto       | Alongo         | Descrição de tarefa   |
|---------------|--------------|----------------|---|
| 300m          | 150m         | 500m           | Normal – Respiração 5/5 - Normal  |
| 4x100m @ 1:50 | 2x100 @ 1:50 | 6x100 @ 1:50   | 25m batimento de pernas - 25m braçada longa   |
| 8x50m @ 1:00  | 4x50 @ 1:00  | 12 x 50 @ 1:00 | 50m técnica - 50 aceleração - 25 ritmo de prova/25 fácil - 25 ritmo de prova/25 fácil |
| 100m          | 50m          | 100m           | Recuperação   |

O aquecimento de controlo (Acontrolo) compreendendo séries específicas e tarefas técnicas habituais num total de 1200m, o aquecimento curto (Acurto) como sendo 50% do Acontrolo (600m) e o aquecimento longo (Alongo) como tendo um acréscimo de 50% ao mesmo (1800m).

Durante o aquecimento foi assegurada a similaridade da intensidade entre as três condições através da escala de percepção de esforço (PSE) e da frequência cardíaca (FC).

Após 10 min de descanso passivo, foram completados 100 m livres à máxima velocidade com partida oficial. Os tempos foram cronometrados utilizando o sistema eletrónico oficial (OMEGA S.A. Switzerland) e foi colocada uma câmara de vídeo (Casio Exilim Ex-F1) na parte lateral da piscina para obter o tempo realizado aos 15 m. Uma segunda câmara permitiu obter o tempo e a velocidade de nado durante 10 m em cada 50 m do teste (entre os 15 e os 25 m da parede testa).

Dois investigadores experientes determinaram a frequência gestual (FG) através dum cronofrequencímetro (Golfinho Sports MC 815, Aveiro, Portugal), em três ciclos de nado consecutivos nos 10 m onde a velocidade de nado foi determinada. A distância de ciclo (DC) foi calculada dividindo a velocidade e a FG obtidas<sup>9</sup>. O índice de nado (IN) foi calculado como o produto da velocidade do nadador e a DC correspondente<sup>10</sup>. A eficiência propulsiva ( $\eta_p$ ) foi estimada utilizando os cálculos determinados por Zamparo<sup>11</sup>.

Procedeu-se à avaliação da concentração sanguínea de lactato ([La-]) (Accutrend Lactate®Roche, Germany) após cada aquecimento, imediatamente antes dos 100m e aos 3, 10, 20 e 30min de recuperação. A FC foi verificada antes e durante cada aquecimento, após terminar o aquecimento, imediatamente antes dos 100 m e durante os seguintes 30min de recuperação (Vantage NV; Polar, Lempele, Finland). Os níveis de PSE foram registados durante e após o aquecimento, e após o teste máximo utilizando a escala de 6-20 pontos de Borg12. A temperatura auricular (T) foi medida (Braun Thermoscan IRT 4520, Germany) antes e após o aquecimento, imediatamente antes dos 100m e 1, 10, 20 e 30 min depois.

### Análise estatística

Procedeu-se à análise descritiva dos dados e verificação da normalidade da amostra pelo teste de Shapiro-Wilks. O efeito dos três aquecimentos utilizados foi analisado para cada variável através da ANOVA para medidas repetidas, com a verificação de esfericidade utilizando o Mauchl's test. Recorremos ao t-test para análise post-hoc. O teste não paramétrico de Friedman, com post-hoc Wilcoxon Signed-Rank Test foi aplicado quando não se verificou a normalidade da distribuição das variáveis. Foi ainda calculado o tamanho do efeito de cohen para medidas repetidas (ES) e o nível de significância considerado como  $p \leq 0.05$ .

## RESULTADOS

Imediatamente após o aquecimento foram observados valores superiores de [La-] em Acontrolo e em Acurto quando comparados com Alongo, diferenças mantidas até o início dos 100m. Os valores de PSE mantiveram-se baixos para todas as condições testadas (<8) apesar de terem sido detetados valores superiores no caso do Acontrolo quando comparado com o Acurto. A T foi superior no Acontrolo, acabando por se tornar similar após os 10 min de recuperação para a prova. Na Tabela 2 são apresentadas as comparações entre os valores de [La-], FC e T após os três aquecimentos e imediatamente antes da realização dos 100m. (Tabela 2)

Tabela 2 – Média  $\pm$  DP (95% limite de confiança) de concentração sanguínea de lactato ([La-]), frequência cardíaca, níveis de perceção subjetiva de esforço (PSE), temperatura auricular, após aquecimento (A) e antes do teste máximo (exceto PSE). Valores de significância (P) e tamanhos de efeito (ES) são apresentados (n=11).

|                            | Acontrolo                              | Acurto                                 | Alongo                                 | Acontrolo vs. Acurto  | Acontrolo vs. Alongo    | Acurto vs. Alongo       |
|----------------------------|--|--|--|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| [La-] (mmol/L)             |  |  |  |                       |                         |                         |
| Após A                     | 5.52 $\pm$ 1.29<br>(4.65, 6.38)        | 5.01 $\pm$ 0.95<br>(4.37, 5.65)        | 4.01 $\pm$ 0.74<br>(3.56, 4.55)        | ES = 0.43<br>P = 0.19 | ES = 1.13*<br>P = 0.01  | ES = 1.23**<br>P < 0.01 |
| Pré-teste                  | 4.23 $\pm$ 0.71<br>(3.75, 4.70)        | 3.71 $\pm$ 0.86<br>(3.13, 4.28)        | 3.19 $\pm$ 0.61<br>(2.78, 3.60)        | ES = 0.47<br>P = 0.15 | ES = 1.58**<br>P < 0.01 | ES = 0.74*<br>P = 0.04  |
| Frequência Cardíaca (bpm)  |  |  |  |                       |                         |                         |
| Após A                     | 127.50 $\pm$ 12.92<br>(118.25, 136.74) | 117.70 $\pm$ 20.92<br>(102.73, 132.66) | 121.90 $\pm$ 11.41<br>(113.74, 130.06) | ES = 0.63<br>P = 0.08 | ES = 0.53<br>P = 0.13   | ES = 0.23<br>P = 0.48   |
| Pré-teste                  | 115.29 $\pm$ 18.83<br>(97.78, 132.79)  | 109.14 $\pm$ 16.40<br>(93.97, 124.31)  | 111.71 $\pm$ 9.88<br>(102.58, 120.84)  | ES = 0.32<br>P = 0.17 | ES = 0.18<br>P = 0.31   | ES = 0.17<br>P = 0.40   |
| Temperatura auricular (°C) |  |  |  |                       |                         |                         |
| Após A                     | 34.73 $\pm$ 0.65<br>(34.27, 35.19)     | 34.25 $\pm$ 0.29<br>(34.04, 34.46)     | 34.23 $\pm$ 0.21<br>(34.08, 34.38)     | ES=0.65*<br>P=0.03    | ES = 0.78*<br>P = 0.04  | ES = 0.11<br>P = 0.83   |
| Pré-teste                  | 36.44 $\pm$ 0.49<br>(36.11, 36.76)     | 36.26 $\pm$ 0.33<br>(36.04, 36.48)     | 36.36 $\pm$ 0.47<br>(36.05, 36.68)     | ES=0.41<br>P=0.21     | ES = 0.16<br>P = 0.64   | ES = 0.39<br>P = 0.23   |
| RPE                        |  |  |  |                       |                         |                         |
| Após A                     | 7.91 $\pm$ 1.51<br>(6.89, 8.93)        | 6.73 $\pm$ 1.01<br>(6.05, 7.41)        | 7.36 $\pm$ 1.69<br>(6.23, 8.50)        | ES=0.82*<br>P=0.02    | ES = 0.27<br>P = 0.51   | ES = 0.43<br>P = 0.17   |

\*  $P \leq 0.05$ . \*\*  $P \leq 0.01$ .

No que diz respeito ao teste máximo, os nadadores foram  $1.48 \pm 1.57\%$  e  $1.35 \pm 1.24\%$  mais rápidos após Acontrolo e Acurto, comparando com o Alongo. Os primeiros 50 m foram diferentes entre condições, sendo mais rápidos nas duas condições acima mencionadas. Por outro lado, os segundos 50 m registaram diferenças em variáveis habitualmente associadas com a eficiência de nado, como a DC, o IN e a  $\eta_p$ , com valores superiores em Acontrolo comparando com Acurto. Os valores de [La-] logo após os 100m foram diferentes entre condições, com o Acontrolo a apresentar  $1.48 \pm 0.66$  mmol/L acima do Acurto e  $1.89 \pm 0.82$  mmol/L acima do Alongo. A Tabela 3 e a Tabela 4 apresentam os resultados obtidos nos 100m nas diferentes condições. (Tabela 3 e Tabela 4).

Tabela 3 – Média  $\pm$  DP (95% limite de confiança) dos tempos de 100m e parciais de 50m, tempo de partida (15m), frequência gestual, distância por ciclo, índice de nado e eficiência propulsiva ( $\eta_p$ ) após os três aquecimentos. Valores de significância (P) e tamanhos de efeito (ES) são apresentados (n=11).

|  | Acontrolo                          | Acurto                             | Alongo                             | Acontrolo vs. Acurto    | Acontrolo vs. Alongo    | Acurto vs. Alongo       |
|--|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 100m (s)   | 60.81 $\pm$ 2.00<br>(59.47, 62.16) | 60.90 $\pm$ 2.23<br>(59.40, 62.40) | 61.73 $\pm$ 2.52<br>(60.03, 63.42) | ES = 0.09<br>P = 0.78   | ES = 0.95**<br>P = 0.01 | ES = 1.12**<br>P < 0.01 |
| 1 <sup>os</sup> 50m (s)  | 28.76 $\pm$ 1.41<br>(27.81, 29.71) | 28.73 $\pm$ 1.19<br>(27.93, 29.53) | 29.38 $\pm$ 1.45<br>(28.40, 30.35) | ES = 0.03<br>P = 0.91   | ES = 0.59<br>P = 0.08   | ES = 1.31**<br>P < 0.01 |
| 2 <sup>os</sup> 50m (s)  | 32.05 $\pm$ 1.79<br>(30.85, 33.26) | 32.17 $\pm$ 1.51<br>(31.18, 33.51) | 32.35 $\pm$ 1.73<br>(31.18, 33.51) | ES = 0.10<br>P = 0.76   | ES = 0.24<br>P = 0.41   | ES = 0.18<br>P = 0.49   |
| 15 m (s)   | 7.11 $\pm$ 0.37<br>(6.86, 7.36)    | 7.25 $\pm$ 0.34<br>(7.02, 7.48)    | 7.19 $\pm$ 0.36<br>(6.95, 7.44)    | ES = 1.09**<br>P < 0.01 | ES = 0.68*<br>P = 0.04  | ES = 0.67<br>P = 0.08   |
| Frequência Gestual (Hz)  |                                    |                                    |                                    |                         |                         |                         |
| 1 <sup>os</sup> 50m  | 0.96 $\pm$ 0.08<br>(0.91, 1.01)    | 0.94 $\pm$ 0.08<br>(0.88, 0.99)    | 0.93 $\pm$ 0.09<br>(0.87, 0.99)    | ES = 0.64*<br>P = 0.02  | ES = 0.73*<br>P = 0.02  | ES = 0.25<br>P = 0.59   |
| 2 <sup>os</sup> 50m  | 0.76 $\pm$ 0.06<br>(0.72, 0.71)    | 0.78 $\pm$ 0.05<br>(0.74, 0.81)    | 0.76 $\pm$ 0.05<br>(0.72, 0.80)    | ES = 0.41<br>P = 0.40   | ES = 0.0<br>P = 0.46    | ES = 0.52<br>P = 0.18   |
| Distância de Ciclo (m)   |                                    |                                    |                                    |                         |                         |                         |
| 1 <sup>os</sup> 50m  | 2.21 $\pm$ 0.19<br>(2.08, 2.34)    | 2.22 $\pm$ 0.21<br>(2.07, 2.36)    | 2.27 $\pm$ 0.24<br>(2.10, 2.43)    | ES = 0.04<br>P = 0.89   | ES = 0.58<br>P = 0.11   | ES = 0.63<br>P = 0.07   |
| 2 <sup>os</sup> 50m  | 1.99 $\pm$ 0.17<br>(1.87, 2.10)    | 1.91 $\pm$ 0.17<br>(1.80, 2.02)    | 1.98 $\pm$ 0.15<br>(1.88, 2.08)    | ES = 0.77*<br>P = 0.03  | ES = 0.16<br>P = 0.69   | ES = 0.58<br>P = 0.08   |
| Índice de Nado (m <sup>2</sup> ·c <sup>-1</sup> ·s <sup>-1</sup> ) |                                    |                                    |                                    |                         |                         |                         |
| 1 <sup>os</sup> 50m  | 4.68 $\pm$ 0.56<br>(4.31, 5.06)    | 4.58 $\pm$ 0.61<br>(4.17, 4.99)    | 4.76 $\pm$ 0.70<br>(4.29, 5.23)    | ES = 0.34<br>P = 0.28   | ES = 0.31<br>P = 0.37   | ES = 0.80*<br>P = 0.03  |
| 2 <sup>os</sup> 50m  | 3.02 $\pm$ 0.38<br>(2.76, 3.27)    | 2.83 $\pm$ 0.37<br>(2.58, 3.08)    | 2.97 $\pm$ 0.31<br>(2.76, 3.17)    | ES = 1.26**<br>P < 0.01 | ES = 0.29<br>P = 0.35   | ES = 0.62<br>P = 0.08   |
| Eficiência propulsiva (%)  |                                    |                                    |                                    |                         |                         |                         |
| 1 <sup>os</sup> 50m  | 35.05 $\pm$ 3.16<br>(32.92, 37.17) | 35.11 $\pm$ 3.64<br>(32.67, 37.55) | 35.94 $\pm$ 4.16<br>(33.14, 38.74) | ES = 0.04<br>P = 0.90   | ES = 0.54<br>P = 0.10   | ES = 0.64<br>P = 0.06   |
| 2 <sup>os</sup> 50m  | 31.85 $\pm$ 2.53<br>(30.15, 33.54) | 30.62 $\pm$ 2.87<br>(28.69, 32.55) | 31.72 $\pm$ 2.41<br>(30.10, 33.34) | ES = 0.78*<br>P = 0.03  | ES = 0.12<br>P = 0.70   | ES = 0.59<br>P = 0.08   |

\*  $P \leq 0.05$ . \*\*  $P \leq 0.01$ .

Tabela 4 – Média  $\pm$  DP (95% limite de confiança) de concentração sanguínea de lactato ([La-]), frequência cardíaca, níveis de percepção subjetiva de esforço (PSE), temperatura auricular após os 100m. Valores de significância (P) e tamanhos de efeito (ES) são apresentados (n=11).

|                            | Acontrolo                             | Acurto                                 | Alongo                                 | Acontrolo vs. Acurto   | Acontrolo vs. Alongo   | Acurto vs. Alongo      |
|----------------------------|---------------------------------------|--|--|------------------------|------------------------|------------------------|
| [La-] (mmol/L)             | 12.25 $\pm$ 2.28<br>(10.72, 13.78)    | 10.77 $\pm$ 2.44<br>(9.13, 12.41)      | 10.36 $\pm$ 2.32<br>(8.80, 11.92)      | ES = 0.68*<br>P = 0.05 | ES = 0.69*<br>P = 0.04 | ES = 0.25<br>P = 0.42  |
| Heart rate (bpm)           | 169.45 $\pm$ 8.56<br>(163.70, 175.21) | 164.82 $\pm$ 11.58<br>(157.04, 172.60) | 172.27 $\pm$ 10.20<br>(165.42, 179.12) | ES = 0.53<br>P = 0.08  | ES = 0.24<br>P = 0.21  | ES = 0.80*<br>P = 0.05 |
| RPE                        | 18.36 $\pm$ 1.21<br>(17.55, 19.17)    | 18.45 $\pm$ 0.93<br>(17.83, 19.08)     | 18.63 $\pm$ 0.81<br>(18.09, 19.18)     | ES = 0.09<br>P = 0.74  | ES = 0.24<br>P = 0.37  | ES = 0.17<br>P = 0.53  |
| Auricular temperature (°C) | 34.96 $\pm$ 0.73<br>(34.48, 35.45)    | 34.58 $\pm$ 0.45<br>(34.28, 34.88)     | 34.58 $\pm$ 0.52<br>(34.23, 34.93)     | ES = 0.48<br>P = 0.08  | ES = 0.58<br>P = 0.06  | ES = 0.00<br>P = 0.80  |

\*  $P \leq 0.05$ . \*\*  $P \leq 0.01$ .

Durante a recuperação não foram encontradas diferenças na T e FC. Contudo, tal como demonstra a Figura 1, os valores de [La-] foram inferiores no Alongo 20min e 30min após o teste, comparando com Acurto e com Acontrolo. (Figura 1).

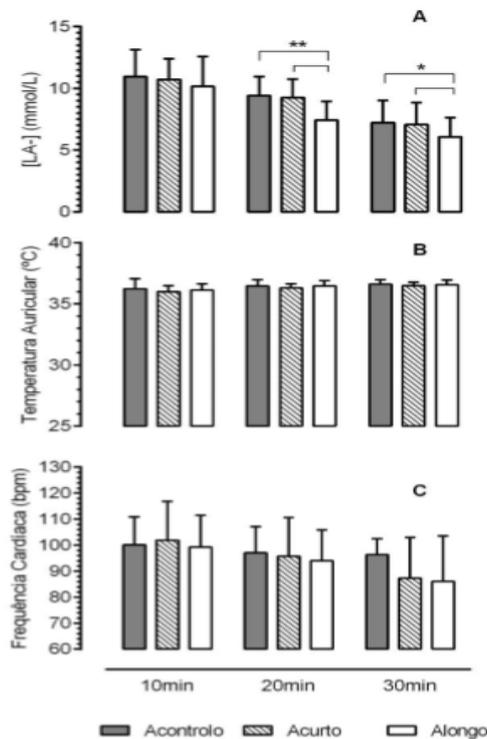


Figura 1. Comparação entre as concentrações de lactato ([La-]) (A), temperatura auricular (B) e frequência cardíaca (C), durante os 30min de recuperação após o teste de 100m, com aquecimento de control (Acontrolo), aquecimento curto (Acurto) e aquecimento longo (Alongo). \* $P \leq .05$ , \*\* $P \leq .01$ , n = 11.

## DISCUSSÃO

O presente estudo pretendeu examinar os efeitos de diferentes volumes de aquecimento no rendimento de 100 m livres. Os resultados sugerem que o aquecimento mais longo que o habitual resulta em rendimento inferior, mesmo quando comparado com volumes inferiores aos normalmente aplicados pelos nadadores. O Acurto não resultou em rendimentos diferentes comparando com o Acontrolo. Contudo, os valores mais elevados de DC, IN e  $\eta p$  parecem indicar que o volume de aquecimento utilizado habitualmente origina uma superior eficiência na 2ª parte da prova de 100 m. As respostas agudas ao aquecimento demonstraram que o Acontrolo resultou em superior T do que o Acurto e o Alongo, sugerindo reunir as condições mais adequadas para o rendimento. Possivelmente, o Acurto não foi suficientemente longo para causar respostas de T suficientes, e o Alongo conservou o corpo dos nadadores dentro de água a 27°C por mais tempo do que os procedimentos restantes. Isto aumentou a perda de calor devido à sua transferência por convecção, arrefecendo o corpo. De referir que os participantes neste estudo foram avaliados dentro de água e daí a diferença entre os valores de T encontrados com os outros estudos<sup>13, 14</sup>.

O tempo gasto no Alongo pode ter permitido uma melhor recuperação dos nadadores, embora os valores inferiores de [La-] possam ser explicados pelo maior tempo despendido a nadar a intensidades mais baixas, aumentando, comparativamente, a estimulação do metabolismo aeróbio e contribuindo assim para a remoção do [La-]. O nado de baixa intensidade é sugerido como facilitador da diminuição do [La-] mantendo a atividade metabólica elevada e impulsionando a remoção de lactato pela aceleração da oxidação<sup>15, 16</sup>.

Atendendo ao objetivo fundamental do estudo, pudemos também observar que os nadadores realizaram melhores tempos aos 100 m livres em Acontrolo e em Acurto, com especial relevância nos primeiros 50 m. O único estudo que comparou distâncias semelhantes não detetou qualquer diferença no rendimento quer após 2011.7 m ou 4023.4 m de aquecimento em intensidades semelhantes<sup>7</sup>. Curiosamente, após Acurto, os nadadores não foram capazes de realizar uma partida com tanto sucesso (tempo registado aos 15 m) comparativamente com Acontrolo e Alongo. O rendimento muscular em esforços explosivos demonstrou ser dependentes da carga do aquecimento<sup>17</sup>. Podemos assim supor que um reduzido volume de aquecimento poderá não ter sido suficiente para causar alterações metabólicas suficientes ou que o estímulo da velocidade poderá não ter sido suficiente para potenciara resposta inicial.

A duração do aquecimento também influenciou a resposta biomecânica dos nadadores. De acordo com os nossos resultados, um aquecimento demasiado curto ou demasiado longo parece influenciar negativamente a capacidade dos nadadores em aumentar a FG nos primeiros metros de prova. Um aquecimento ótimo pode induzir excitabilidade nos motoneurónios<sup>18</sup> e conseqüentemente um maior desenvolvimento da força que permitiu aos nadadores atingirem valores superiores de FG nos primeiros 50m após Acontrolo. Nos segundos 50m, o Acontrolo permitiu que os nadadores fossem mais eficientes do que realizando o Acurto, com superior DC, IN e  $\eta p$ . Estes indicadores de eficiência de nado são associados com o gasto energético, necessário para deslocar o corpo uma dada distância e velocidade<sup>19</sup>.

Os valores superiores de [La-] após os 100 m em Acontrolo sugerem uma maior contribuição anaeróbia para obtenção dos melhores tempos alcançados<sup>20</sup>. Os valores iniciais da FG em Acontrolo poderão ter causado um aumento do gasto energético anaeróbio. Valores elevados de FG são habitualmente relacionados com um maior gasto energético<sup>11, 21</sup> e quando associados a velocidades elevadas estimulam o metabolismo láctico e aláctico<sup>22</sup>. No entanto, estas diferenças de [La-] desapareceram após 10 min, denotando uma elevada capacidade de recuperação inicial. Contrariamente, o Alongo foi o que resultou em valores inferiores de [La-] após 20 e 30 min de recuperação. A FC elevada imediatamente após o teste pode ter elevado o fluxo sanguíneo do

músculo ativo, melhorando a remoção de lactato ao permitir uma distribuição mais célere e eficiente para os locais de remoção<sup>23, 24</sup>.

## CONCLUSÕES

Estes resultados sugerem que um aquecimento com volume elevado pode influenciar negativamente o rendimento dos nadadores nos 100 m livres, mesmo quando comparado com um aquecimento curto. A eficiência de nado superior após 1200 m de aquecimento indica uma otimização do rendimento após esta condição. Este estudo realça a importância da influência das características do aquecimento no rendimento. Assim, os dados obtidos evidenciam a necessidade de planificar o volume de aquecimento de preparação para a prova de natação, fornecendo importantes dados tanto para a comunidade técnica como científica.

## BIBLIOGRAFIA

1. Neiva, H.P., Marques, M.C., Barbosa, T.M., Izquierdo, M., & Marinho, D.A. (2014). Warm-up and performance in competitive swimming. *Sports Medicine*, 44(3), 319-330.
2. Mitchell, J.B. & Huston, J.S. (1993). The effect of high- and low-intensity warm-up on the physiological responses to a standardized swim and tethered swimming performance. *Journal of Sports Science*, 11(2), 159-65.
3. Bobo, M. (1999). The effect of selected types of warm-up on swimming performance. *International Sports Journal*, 3(2), 37-43.
4. Neiva, H., Morouço, P., Silva, A.J., Marques, M.C., Marinho, D.A. (2011). The effect of warm up on tethered front crawl swimming forces. *Journal of Human Kinetics*, (Special Issue), 113-119.
5. Balilionis, G., Nepocatyck, S., Ellis, C.M., Richardson, M.T., Neggars, Y.H., Bishop, P.A. (2012). Effects of different types of warm-up on swimming performance, reaction time, and dive distance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(12), 3297-303.
6. Neiva, H.P., Marques, M.C., Fernandes, R.J., Viana, J.L., Barbosa, T.M., & Marinho, D.A. (2014). Does the warm-up have a beneficial effect on 100m front crawl swimming? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9, 145-150.
7. Arnett, M.G. (2002). Effects of prolonged and reduced warm-ups on diurnal variation in body temperature and swim performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(2), 256-61.
8. Nepocatyck, S., Bishop, P.A., Balilionis, G., Richardson, M.T., Hubner, P.J. (2010). Acute effect of upper-body vibration on performance in master swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3396-403.
9. Craig, A.B., & Pendergast, D.R. (1979). Relationships of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. *Medicine and Science in Sports*, 11(3), 278-283.
10. Costill, D., Kovaleski, J., Porter, D., Fielding, R., King, D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. *International Journal of Sports Medicine*, 6, 266-270.
11. Zamparo, P., Pendergast, D., Mollendorf, J., Termin, A., Minetti, A. (2005) An energy balance of front crawl. *European Journal of Applied Physiology*, 94, 134-144
12. Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign, Ill: Human Kinetics.
13. Atkinsons, G., & Reilly, T. (1995). Effects of age and time of day on preferred work rates during prolonged exercise. *Chronobiology International*, 12, 121-129.
14. Reilly, T., & Brooks, G.A. (1986). Exercise and the circadian variation in body temperature measures. *International Journal of Sports Medicine*, 7, 358- 362.

15. McMaster, W., Stoddard, T., Duncan, W. (1989). Enhancement of blood lactate clearance following maximal swimming. *American Journal of Sports Medicine*, 472-477.
16. Toubekis, A.G., Tsolaki, A., Smilios, I., Douda, H.T., Kourtesis, T., Tokmakidis, S.P. (2008). Swimming performance after passive and active recovery of various durations. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 375-86.
17. Saez Saez de Villarreal, E., González-Badillo, J. J., & Izquierdo, M. (2007). Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long-term acute jumping performance. *European Journal of Applied Physiology*, 100(4), 393–401.
18. French, D.N., Kraemer, W.J., Cooke, C.B. (2003). Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 678–685.
19. Barbosa, T.M., Lima, F., Portela, A., Novais, D., Machado, L., Colaço, P., Gonçalves, P., Fernandes, R., Keskinen, K., Vilas-Boas, J. (2006). Relationships between energy cost, swimming velocity and speed fluctuation in competitive swimming strokes. In: J.P. Vilas-Boas, F. Alves, A. Marques (Eds.). *Biomechanics and medicine in swimming X* (Suppl. 228-9). Porto: Portuguese Journal of Sports Sciences.
20. Goodwin, M.L., Harris, J.E., Hernández, A., Gladden, L.B. (2007). Blood lactate measurements and analysis during exercise: a guide for clinicians. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 1(4), 558-69.
21. Barbosa, T.M., Fernandes, R.J., Keskinen, K.L., Vilas-Boas, J.P. (2008). The influence of stroke mechanics into energy cost of elite swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 103(2), 139-149.
22. Termin, B., & Pendergast, D.R. (2000). Training using the stroke frequency-velocity relationship to combine biomechanical and metabolic paradigms. *Journal of swimming research*, 14, 9-17
23. Bogdanis, G., Nevill, M.E., Lakomy, H.K.A., Graham, C.M., Louis, G. (1996) Effects of active recovery on power output during repeated maximal *sprint* cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 74, 461-469.
24. Draper, N., Bird, E.L., Coleman, I., Hodgson, C. (2006). Effects of Active Recovery on Lactate Concentration, Heart Rate and RPE in Climbing. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5(1), 97-105.