



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Ciências Sociais e Humanas

# **A influência do aquecimento desportivo nos 100m de nado, na técnica de crol**

**Marco André Correia da Silva**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Ciências do Desporto**  
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Daniel Marinho

**Covilhã, Junho de 2012**

# Agradecimentos

A concretização deste trabalho só foi possível graças ao apoio e disponibilidade de diversas pessoas que, de forma direta ou indireta, me ajudaram a contornar e ultrapassar obstáculos permitindo-me atingir mais uma etapa deste longo percurso... agradeço a todos eles a inestimável ajuda, muito particularmente, o meu agradecimento especial:

Ao prof. Doutor Daniel Marinho, orientador desta tese, pelo impulso inicial, e por todas as sugestões precisas, correções oportunas e orientações eficazes, durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao mestre Henrique Neiva, pela sua incansável ajuda, pela prontidão com que me atendeu em fases críticas da consecução deste trabalho, cujo profissionalismo e disponibilidade ao longo deste processo, foi fundamental para a sua conclusão.

Aos meus colegas Nuno e Bruno, que me ajudaram na recolha dos dados e em particular a Lara pela partilha de informações importantes e companheirismo demonstrado.

A todos os “nadadores de excelência”, e seus treinadores, que participaram neste trabalho. Sem eles não teria sido possível a realização deste estudo. Desejo-lhes a continuação de uma carreira repleta de sucessos.

À minha família, por nunca deixarem de me apoiar e acreditar, mesmo nos momentos de maior desânimo e frustração.

À Andréa, pela sempre terna e serena compreensão pelos meus silêncios e ausências, pelo seu carinho e preocupação que tanto contribuíram para que este trabalho fosse concluído.

Aos meus amigos pelo positivismo e apoio.

A todos os que ficaram por referir, e que por ideias avulsas ou conversas esporádicas, tenham contribuído para o conteúdo deste trabalho.

## Resumo

O aquecimento desportivo é uma prática habitualmente utilizada antes de uma competição, pois presume-se que influencia positivamente a performance dos atletas. Não obstante desta convicção, aceita de uma forma generalizada por treinadores e atletas, a literatura em torno desta matéria é praticamente inexistente e pouco esclarecedora. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do aquecimento típico utilizado pelos nadadores no rendimento dos 100m na técnica de crol. A amostra foi constituída por dez nadadores masculinos de nível nacional (média  $\pm$  DP; idade:  $15.4 \pm 1.1$  anos, altura:  $1.73 \pm 0.05$  m, massa corporal:  $62.3 \pm 3.9$  kg, massa gorda:  $7.37 \pm 1.71$  Kg), tendo estes, nadado 100m na técnica de crol à velocidade máxima, com a realização prévia de aquecimento e sem a realização do mesmo. Estas duas condições de realização dos 100m foram separadas 24h. Foram retirados os tempos de cada parcial de 25m e 50m, bem como analisados os parâmetros biomecânicos: frequência gestual (FG); distância de Ciclo (DC); índice de nado (IN), nas duas condições de exercitação. Os nadadores registaram tempos inferiores após a realização do aquecimento em cerca de  $0.98 \pm 0.07$  s nos primeiros 50 m e em  $1.12 \pm 0.1$  s no final dos 100 m. Nos segundos 50m verificou-se valores superiores de FG após realização de aquecimento ( $0.80 \pm 0.05$  Hz e  $0.76 \pm 0.05$  Hz, respetivamente). O índice de nado (IN), nos primeiros 50m, foi superior após a realização de aquecimento ( $3.78 \pm 0.30$  m<sup>2</sup> c<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> e  $3.39 \pm 0.30$  m<sup>2</sup> c<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> respetivamente). Na distância de ciclo (DC) não se verificaram alterações. Os resultados sugerem-nos que o aquecimento realizado pelos nadadores parece ser influenciador do rendimento em distâncias curtas.

## Palavras-chave

Natação Pura Desportiva, Aquecimento desportivo, Crol, Prestação, Parâmetros Biomecânicos

## Abstract

The Warm-up is a practice commonly used before a competition, therefore it is presumed that positively influences the performance of the athletes. Despite this belief, acceptance of one forms generalized for trainers and athletes, literature around this subject is practically inexistent and little enlightening. The objective of this study was to evaluate the effect of the typical warm-up used by the swimmers in the 100m income of the crawl technique. The sample was formed by ten male swimmers of national level (average  $\pm$  DP; age:  $15.4 \pm 1.1$ anos, height:  $1.73 \pm 0,05$ , body mass:  $62.3 \pm 3,9$  kg, fat mass:  $7.37 \pm 1,71$  kg), having these, in the 100m crawl technique at maximum speed, with the previous warm-up and without the same accomplishment. These two conditions of accomplishment of the 100m had been separate 24h. The times of each partial of 25m and 50m removed, as well as analyzed the biomechanics parameters: gestual frequency (FG); Distance Cycle (DC); index of swim (IN), in the two conditions of exercitation. The swimmers recorded inferior times after the accomplishment of the warm-up at about  $0.98 \pm 0,07$  s in first 50 m and  $1.12 \pm 0,1$  s in the final 100 m. In the second 50m was verified superior values of FG after warm-up accomplishment ( $0,80 \pm 0,05$  Hz and  $0,76 \pm 0,05$  Hz, respectively). The Index of I swim (IN), in the first 50m, was superior after the warm-up accomplishment ( $3,78 \pm 0,30$  m<sup>2</sup> c<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> and  $3,39 \pm 0,30$  m<sup>2</sup> c<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>). In the Distance cycle (DC) there were no changes found. The results suggest us that the warm-up carried by the swimmers seems to be influential to the income in short distances.

## Keywords

Competitive swimming, Warm-up, Crawl, Performance, Biomechanic Parameters

# Índice

1. Introdução .....	1
2. Material e Métodos .....	6
2.1 Amostra .....	6
2.2 Procedimentos Experimentais .....	6
2.3 Análise Estatística .....	7
3. Resultados .....	8
4. Discussão .....	11
5. Aplicações Práticas .....	14
6. Referências Bibliográficas .....	15

## Lista de Figuras

Figura 1 - Representação gráfica da média e desvio padrão da frequência gestual dos nadadores na primeira parte da prova (FG 1) e na segunda parte da prova (FG 2) com a realização (CA) ou não (SA) de aquecimento prévio (n=10). \* Diferenças estatisticamente significativas para  $p \leq 0.05$ .....9

Figura 2 - Representação gráfica da média e desvio padrão da distância de ciclo dos nadadores na primeira parte da prova (DC 1) e na segunda parte da prova (DC 2) com a realização (CA) ou não (SA) de aquecimento prévio (n=10).....10

Figura 3 - Representação gráfica da média e desvio padrão do índice de nado dos nadadores na primeira parte da prova (IN 1) e na segunda parte da prova (IN 2) com a realização (CA) ou não (SA) de aquecimento prévio (n=10). \* Diferenças estatisticamente significativas para  $p \leq 0.05$ .....10

## Lista de Quadros

Quadro 1 - Valores da média  $\pm$  desvio padrão dos tempos de cada parcial de 25 m, nomeadamente o primeiro (1º), segundo (2º), terceiro (3º) e quarto (4º), de cada parcial de 50 m (1º 50 m e 2º 50 m) e da totalidade dos 100 m nadados à máxima intensidade em crol, com e sem a realização de aquecimento habitual. Valores estatísticos de  $p$  são também apresentados (\* para  $p \leq 0.05$ ).....8

## Lista de Equações

Equação (1) - distância de ciclo (DC) (Craig, Skehan, Pawelczyk, & Boomer, 1985 ).....7

Equação (2) - índice de nado (IN,  $m^2 c^{-1} s^{-1}$ ) (Costill, Kovaleski, Porter, Fielding, & King, 1985).....7

## Lista de Acrónimos

NPD Natação Pura Desportiva

FG Frequência Gestual

DC Distância de Ciclo

IN Índice de Nado

CA Com Aquecimento

SA Sem Aquecimento

# 1. Introdução

O aquecimento desportivo, num sentido geral, pode ser entendido como um conjunto de atos e exercícios efetuados antes de um treino ou de uma competição, com o objetivo de aumentar o rendimento desportivo (Rodrigues, 1993).

Weineck (2003) entende o aquecimento como todas as medidas que servem como preparação para a atividade, seja para o treino ou para a competição e cuja a intenção é a obtenção do estado físico e mental ideal. Segundo o mesmo autor, o objetivo central do aquecimento é aumentar a temperatura corporal e muscular, bem como preparar o sistema cardiovascular e respiratório para a atividade e para o desempenho motor. Considera assim, que as atividades de aquecimento são necessárias para preparar o corpo para a atividade física. Este deverá ser realizado de forma progressiva e gradual, proporcionando intensidade suficiente para aumentar a temperatura muscular, sem produzir fadiga nem diminuir as reservas energéticas (Hajoglou et al, 2005). Mcardle (2003) afirma mesmo que o aquecimento é a primeira parte da atividade física.

Vários estudos tendem a atribuir ao aquecimento desportivo benefícios em termos de rendimento desportivo (Atkinson et al., 2005; Burnley et al., 2002). No entanto, a maior parte dos estudos em torno desta temática não são recentes, foram efetuados recorrendo a amostras reduzidas e apresentam algumas lacunas do ponto de vista metodológico; para além disso, os procedimentos utilizados no aquecimento diferem em termos de duração, intensidade, períodos de recuperação, forma de execução e condições ambientais, o que acaba por condicionar a formulação de conclusões. (Bishop, 2003a; Bishop 2003b).

Não obstante das evidências científicas pouco conclusivas, treinadores e atletas utilizam vulgarmente o aquecimento desportivo no seu processo de treino, baseando-se muitas vezes nas experiências pessoais para a sua elaboração (Bishop, 2003a; Bishop 2003b).

Relativamente às técnicas de aquecimento, estas podem ser classificadas em duas categorias distintas: i) o aquecimento passivo, que pressupõe o incremento da temperatura muscular e corporal através do uso de meios externos (sauna, banhos de água quente, massagem, diatermia), e sem dispêndio energético; ii) o aquecimento ativo, que implica realização de movimento e que geralmente induz alterações em termos musculares e cardiovasculares produzindo uma variedade de melhorias nas funções fisiológicas (Bishop, 2003; Weineck, 2003; Knudson, 2008).

Asmussen e Boje (1945) concluíram que o aumento da temperatura corporal e intramuscular no organismo facilita e aumenta a performance desportiva. Desde então os efeitos do aquecimento têm vindo a ser apontados pela literatura como estando relacionados com os mecanismos de aumento da temperatura corporal (Bishop, 2003a).

Vários autores consideram que o aumento da temperatura corporal e muscular poderá melhorar a performance devido à conseqüente diminuição da viscosidade muscular e articular favorecendo a sua mobilidade e traduzindo-se numa maior eficiência mecânica. Também tem sido referido que o aquecimento reduz a rigidez das fibras musculares durante a contração (Buchthal et al, 1944). Este mecanismo de redução da rigidez das fibras musculares, não relacionado com a temperatura, mas pela ação do movimento, ocorre fundamentalmente pela quebra das ligações estáveis de actina e miosina. Contudo, devemos ter em atenção que os músculos tendem a regressar à sua rigidez inicial após um período curto de inatividade (Lakie & Robson, 1988).

Estudos têm demonstrado que o aumento da temperatura muscular está associado ao aumento da velocidade das reações metabólicas. Segundo Weineck (2003), as reações bioquímicas ficam mais rápidas com o aumento da temperatura até 20%, explicado pelo facto de uma reação endotérmica ser favorecida pelo aumento da temperatura. O mesmo autor refere ainda que a velocidade do metabolismo aumenta em função da temperatura de modo a que por cada grau de temperatura aumentado observa-se um aumento de 13% sobre a atividade metabólica. O aumento da temperatura muscular aumenta exponencialmente a glicólise e a glicogenólise (Febbraio, 1996).

Outra consequência do aquecimento que possivelmente poderá melhorar a performance é o incremento da dissociação do oxigênio da hemoglobina e da mioglobina, provocando a vasodilatação e conseqüentemente o aumento do fluxo sanguíneo a nível muscular. Segundo Barcroft e King (1909) a hemoglobina fornece quase o dobro de oxigênio a 41° do que a 36°.

O aquecimento poderá também causar alterações na cinética do consumo de oxigênio. Nos esforços de média a longa duração parece existir uma diminuição do déficit inicial de oxigênio (Andzel, 1982; Mitchell & Huston, 1993), já que as tarefas subsequentes se iniciam com uma base mais elevada no consumo de oxigênio, se o período de repouso for curto entre o aquecimento e o exercício. Este início do exercício com um consumo de oxigênio acima dos valores de repouso permite poupar a reserva da capacidade anaeróbia para posterior utilização na tarefa (McCutcheon et al, 1999).

O aumento da temperatura muscular parece também contribuir para melhoria da função do sistema nervoso central e do recrutamento das unidades motoras neuromusculares. A velocidade de condução do impulso nervoso também aumenta, resultando em maior velocidade de reação e coordenação de movimentos (Gullich, 1996; Young, 1998; Smith, 2004). Um aumento de temperatura de 2° corresponde a um aumento de 20% da velocidade de contração (Weineck, 2003). A este propósito Lamb (1978), refere que a maior vantagem do aquecimento ativo, é a ativação das vias nervosas apropriadas para o desempenho da performance, levando mais unidades motoras a entrar em funcionamento.

Recentemente, Hodgson, Dochery, e Robbins (2005) sugeriram que a utilização dos mecanismos de potenciação pós-ativação parece melhorar o desempenho em esforços máximos de curta duração. Esta potenciação tem vindo a ser estudada em várias modalidades e é definida como sendo uma alteração aguda da função do músculo após a sua ativação (Hodgson et al., 2005).

Como pudemos verificar, vários são os efeitos atribuídos ao aquecimento desportivo e que parecem indicar a sua influência positiva na performance do

praticante. Parece-nos então expectável que este seja considerado como fundamental para a maximização do rendimento do desportista.

Relativamente à Natação, esta é considerada uma modalidade fisicamente exigente que requer altos padrões de força e resistência (Bobo, 1999). Desde sempre que investigadores procuraram estudar as “performances” desportivas com a finalidade de determinar quais as condições mais eficazes para preparar o atleta para o alto rendimento. O estado de desenvolvimento em que se encontra o Desporto atual e em particular a Natação Pura Desportiva (NPD) leva a que haja uma busca incessante pelo conhecimento de todas as variáveis capazes de influenciar o rendimento desportivo do nadador. Para tal torna-se essencial conhecer de forma aprofundada a modalidade, as suas características, exigências específicas, princípios, meios e métodos de treino desportivo (Vilas-Boas, 1991). No entanto, para um eficaz processo de treino devemos analisar e avaliar os vários pressupostos do rendimento da forma mais isolada possível (Fernandes e Vilas-Boas, 2002), para que o treinador não se apoie apenas na sua própria intuição, mas também em factos objetivos e criteriosos de modo a poder agir e decidir com maior rigor e segurança.

Em NPD pretendemos percorrer a distância de prova no menor tempo possível sendo este rendimento determinado por vários fatores, entre os quais os bioenergéticos e biomecânicos que poderão de alguma forma ser influenciados pelo aquecimento realizado.

Segundo Bobo (1999), a performance em NPD é influenciada não só pelo treino mas também pelo aquecimento que assume um lugar importante na preparação desportiva.

Nas competições de NPD é usual a utilização de aquecimentos de longa duração mesmo para as distâncias de prova mais curtas, como os 50m e os 100m. Estes aquecimentos longos são aceites pela generalidade dos intervenientes como potenciadores do sistema cardiovascular e da flexibilidade em torno dos grupos musculares envolvidos na competição (King, 1979).

Quando nos reportamos à relação do aquecimento com a performance, alguns estudos em outras modalidades que não a NPD parecem demonstrar que o rendimento é influenciado positivamente pelo aquecimento, quando nos

reportamos aos esforços máximos de curta duração (Grodjinovsky & Magel, 1970; Sargeant & Dolan, 1987). Bishop (2003b) refere vários estudos no Atletismo, nomeadamente no salto em altura e nas corridas de curta distância, que apontam para a existência de melhorias consideráveis no rendimento desportivo após a utilização de aquecimento ativo. Também no cicloergómetro, e no que se refere à potência máxima alcançada, verificou-se essa mesma tendência que aponta para melhorias após aquecimento desportivo (McKenna et al, 1987).

Especificamente na NPD, estudos antigos (DeVries, 1959; Thompson, 1958) sugeriram melhorias na velocidade de nado após aquecimento, em distâncias curtas (até aos 91m). Romnery e Nethery (1993) encontraram também melhorias no rendimento, nos 100m. Apesar destes estudos que indiciam um efeito positivo no rendimento em esforços máximos de curta duração, outros apresentaram resultados contraditórios, demonstrando que o aquecimento poderá não exercer qualquer efeito positivo ou ser mesmo prejudicial para o posterior rendimento na tarefa. (Bruyn-Prevost & Lefebvre, 1980; Mitchell & Huston, 1993; Bishop, Bonetti, & Dawson, 2001).

Dada a importância que é atribuída ao aquecimento desportivo, é surpreendente a escassez de literatura suficientemente esclarecedora sobre esta temática, em particular na natação. A conflituosidade de resultados entre os estudos existentes, resultantes de diferentes metodologias e variedade de aquecimentos desportivos, torna imprescindível o desenvolvimento de protocolos de aquecimento com base científica e não por réplicas de conhecimento superficial acerca desta matéria. Para além disso, os principais estudos apontados anteriormente reportam-se quase exclusivamente à prestação do nadador (tempo final), havendo uma escassez de dados referentes às alterações que ocorrem durante o nado, nomeadamente no que se refere às alterações biomecânicas (técnica de nado).

Neste sentido, no presente estudo pretende-se verificar o efeito do aquecimento desportivo no rendimento, na técnica de crol na distância de 100m, analisando os parâmetros biomecânicos de nado: frequência gestual, distância de ciclo e índice de nado.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Amostra**

A amostra foi composta por 10 nadadores masculinos (média  $\pm$  DP; idade: 15.4  $\pm$  1.1anos, altura: 1.73  $\pm$  0.05 m, massa corporal: 62.3  $\pm$  3.9 kg, massa gorda: 7.37  $\pm$  1.71 Kg). Os valores de massa corporal e de massa gorda foram obtidos pelo método de análise da impedância bioelétrica (Tanita BC 420S, Japão). Os sujeitos da amostra são nadadores masculinos com 7.1  $\pm$  1.1 anos de treino, treinando entre 6 a 9 vezes por semana e todos eles com nível nacional. Os voluntários deste estudo e seus respetivos responsáveis foram informados do propósito da pesquisa e assinaram o termo de consentimento.

### **2.2. Procedimentos Experimentais**

Os procedimentos experimentais realizados durante este estudo foram aplicados numa piscina coberta de 50 m, com a temperatura aproximada da água de 27.5°C. Todos eles foram realizados na mesma piscina e uma semana após os Campeonatos Nacionais do segundo macrociclo da época desportiva. Cada nadador testado realizou 100 m na técnica de crol, à máxima velocidade, com e sem a realização de aquecimento prévio. Estas duas condições de realização dos 100 m foram separadas por 24 h e determinaram os dois diferentes protocolos experimentais. Na condição de realização de aquecimento, os nadadores realizaram as tarefas que são habituais antes da respetiva prova de natação (volume total de 1000 m). A tiragem de tempo foi realizada com a partida sem salto do bloco e os tempos foram registados através de dois cronómetros (Golfinho Sports MC 815, Aveiro, Portugal) por dois treinadores experientes. A média dos tempos foi utilizada para posterior análise do rendimento. Relativamente aos parâmetros biomecânicos, a frequência gestual (FG) foi obtida recorrendo à utilização do crono frequencímetro (Golfinho Sports MC 815, Aveiro, Portugal), avaliando três ciclos gestuais consecutivos de membros superiores a meio da piscina, nos primeiros 50 m e nos segundos 50 m da prova. Estes valores foram convertidos

para as Unidades de Sistema Internacional (Hz). A distância de ciclo (DC) foi estimada através da equação (Craig, Skehan, Pawelczyk, & Boomer, 1985 ):

$$DC=v/FG \tag{1}$$

Onde DC é a distância de ciclo ( $m\ c^{-1}$ ), v é a média da velocidade do nadador durante os 100 m ( $m\ s^{-1}$ ), e FG é a frequência gestual (Hz). Por sua vez, o índice de nado (IN,  $m^2\ c^{-1}\ s^{-1}$ ) foi calculado através da equação (Costill, Kovaleski, Porter, Fielding, & King, 1985):

$$IN=v\times DC \tag{2}$$

### 2.3. Análise Estatística

Para a análise dos dados recolhidos foi utilizado o programa Microsoft Excel para Windows e o programa SPSS 19.0 para Windows. Procedeu-se à análise estatística descritiva, obtendo-se valores de média e desvio-padrão, a fim de caracterizar a amostra e as variáveis obtidas. A normalidade da amostra foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Como o valor de n é baixo ( $n < 30$ ) e ocorreu a rejeição da hipótese nula ( $H_0$ ) na avaliação da normalidade da amostra, foram implementados testes não paramétricos. Para comparar os dados obtidos com e sem a realização de aquecimento, foi aplicado o teste não paramétrico de Wilcoxon (signed rank test). As diferenças foram consideradas significativas para  $p \leq .05$ .

### 3. Resultados

São apresentados no Quadro 1 os valores da média  $\pm$  DP da performance dos nadadores nos 100 m crol à máxima intensidade. Podemos ainda observar os valores do tempo em cada parcial de 25 m assim como o tempo de cada parcial de 50 m. Os valores encontrados reportam a existência de diferenças estatisticamente significativas entre as duas condições de realização do teste nos primeiros 25 m da prova, nos primeiros 50 m e no tempo total dos 100 m. Os nadadores registaram tempos inferiores após a realização do aquecimento habitual em cerca de  $0.98 \pm 0.07$  s nos primeiros 50 m e em  $1.12 \pm 0.1$  s no final dos 100 m.

Quadro 1. Valores da média  $\pm$  desvio padrão dos tempos de cada parcial de 25 m, nomeadamente o primeiro (1°), segundo (2°), terceiro (3°) e quarto (4°), de cada parcial de 50 m (1° 50 m e 2° 50 m) e da totalidade dos 100 m nadados à máxima intensidade em crol, com e sem a realização de aquecimento habitual. Valores estatísticos de  $p$  são também apresentados (\* para  $p \leq 0.05$ ).

	Sem aquecimento Média $\pm$ DP	Com aquecimento Média $\pm$ DP	Sig ( $p$ )
1° 25 m (s) *	14.17 $\pm$ 0.69	13.65 $\pm$ 0.67	0.01
2° 25 m (s)	17.11 $\pm$ 0.94	16.66 $\pm$ 0.88	0.07
3° 25 m (s)	16.01 $\pm$ 1.03	15.70 $\pm$ 1.07	0.11
4° 25 m (s)	17.44 $\pm$ 0.79	17.23 $\pm$ 0.91	0.14
1° 50 m (s) *	31.28 $\pm$ 1.55	30.30 $\pm$ 1.51	0.01
2° 50 m (s)	33.55 $\pm$ 1.79	32.93 $\pm$ 1.90	0.07
100 m (s) *	64.83 $\pm$ 3.30	63.71 $\pm$ 3.35	0.02

A Figura 1 apresenta graficamente os valores médios (e desvio padrão) da FG dos nadadores avaliada nos primeiros 50 m da prova (FG 1) e nos segundos 50

m da prova (FG 2). Podemos observar a existência de diferenças na FG na segunda parte da prova, entre as condições de realização ou não do aquecimento habitual, com os nadadores a apresentarem valores superiores de FG aquando da realização de aquecimento ( $0.80 \pm 0.05$  Hz e  $0.76 \pm 0.05$  Hz, respetivamente).

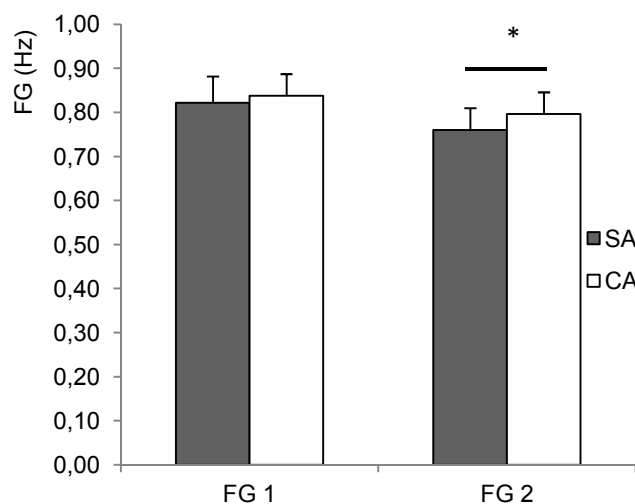


Figura 1. Representação gráfica da média e desvio padrão da frequência gestual dos nadadores na primeira parte da prova (FG 1) e na segunda parte da prova (FG 2) com a realização (CA) ou não (SA) de aquecimento prévio (n=10). \* Diferenças estatisticamente significativas para  $p \leq 0.05$ .

No entanto, não verificamos alterações na DC dos nadadores. Tal como é representado na Figura 2, a DC apresenta valores semelhantes nas duas condições de exercício durante os 100 m de crol, tanto nos primeiros 50 m como nos segundos 50 m.

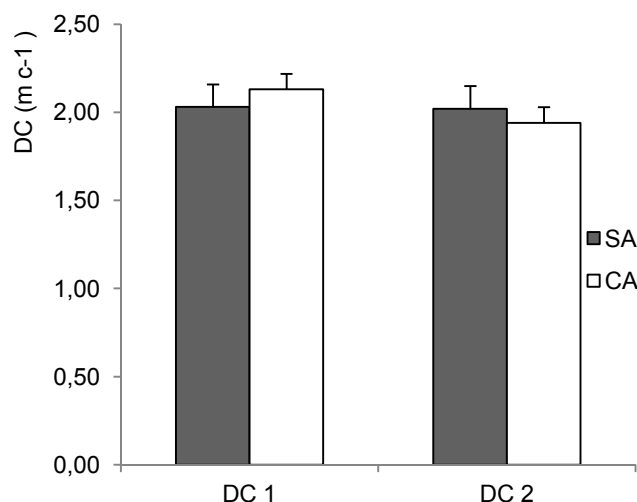


Figura 2. Representação gráfica da média e desvio padrão da distância de ciclo dos nadadores na primeira parte da prova (DC 1) e na segunda parte da prova (DC 2) com a realização (CA) ou não (SA) de aquecimento prévio (n=10).

Os resultados relativos ao IN são apresentados na Figura 3. Através da análise dos dados obtidos, pudemos verificar que os valores do IN diferem na primeira parte dos 100 m (IN 1), sendo que com a realização de aquecimento os nadadores registaram valores de  $3.78 \pm 0.30 \text{ m}^2 \text{ c}^{-1} \text{ s}^{-1}$  e sem a realização do mesmo estes valores foram inferiores ( $3.39 \pm 0.30 \text{ m}^2 \text{ c}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ).

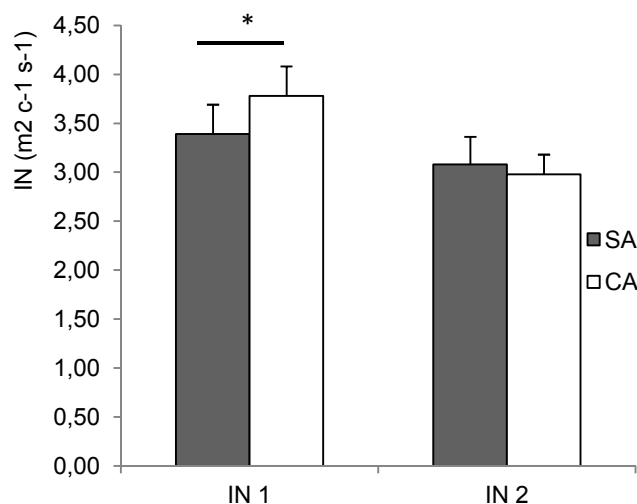


Figura 3. Representação gráfica da média e desvio padrão do índice de nado dos nadadores na primeira parte da prova (IN 1) e na segunda parte da prova (IN 2) com a realização (CA) ou não (SA) de aquecimento prévio (n=10). \* Diferenças estatisticamente significativas para  $p \leq 0.05$ .

## 4. Discussão

O presente estudo pretendeu avaliar o efeito do aquecimento habitual no rendimento dos 100 m nadados à máxima velocidade na técnica de crol, em nadadores masculinos de nível nacional. Os principais resultados sugerem que o tempo dos 100 m é influenciado positivamente com a realização do aquecimento prévio. Para tal, a diferença demonstrada assenta essencialmente no rendimento dos primeiros 50 m onde as diferenças são significativas. Contudo, os parâmetros biomecânicos avaliados demonstram a existência de diferenças de FG, na segunda parte da prova e do IN, na primeira parte da prova, não ocorrendo diferenças na DC.

O efeito positivo que o aquecimento tem nas tarefas subsequente parece ser uma convicção generalizada por todos os intervenientes no processo de treino e competição. Tal como o próprio nome indica, esta atividade é utilizada essencialmente para aumentar a temperatura corporal e intramuscular, estimulando assim a circulação sanguínea, aumento a mobilidade articular e muscular, e melhorando inclusive a coordenação motora (Smith, 2004). No entanto, o aumento da temperatura intramuscular parece não ser o único efeito do aquecimento. Estudos realizados por Gray e Nimmo (2001) verificaram a existência de alterações em termos metabólicos independentemente da alteração da temperatura intramuscular.

No respeitante à NPD, DeVries (1959) e Thompson (1958) sugeriram melhorias na velocidade de nado em distâncias curtas (até aos 91 m) após a realização de aquecimento ativo. Mais recentemente, Romney e Nethery (1993) confirmaram estes resultados ao verificarem melhorias significativas no rendimento nas 100 jardas (~91 m), após um aquecimento ativo de 15 minutos, quando comparado com a inexistência de qualquer tarefa antecedente ao esforço máximo. Não obstante a evidência demonstrada pelos estudos anteriores de que o aquecimento é benéfico para o rendimento do nadador, os resultados obtidos por Bobo (1999) no seu estudo relançam a discussão em torno desta matéria. Este não encontrou diferenças entre 3 protocolos de aquecimento (sem aquecimento, aquecimento padrão dentro de água, aquecimento em seco) nos valores médios e máximos de tempo

realizado durante uma série de 5 repetições de 100 m nadados à máxima intensidade na técnica de crol.

Embora exista uma grande importância atribuída às práticas de aquecimento, é um facto que os seus efeitos ou mesmo a sua estrutura ideal e tipo de aquecimento não são bem conhecidos. Especificamente em natação, a escassa literatura existente é controversa (Fradkin, Zaryn, & Smoliga, 2010).

No presente estudo foram observadas diferenças no teste realizado nas duas condições de exercitação (Quadro 1; Figura 1; Figura 3). Os tempos dos nadadores nos 100 m crol demonstraram diferenças com e sem a realização do aquecimento habitual ( $63.71 \pm 3.35$  s e  $64.83 \pm 3.30$  s;  $p = 0.02$ ). Da mesma forma, o primeiro parcial de 25 m mostrou ser diferente com e sem a realização do aquecimento habitual ( $13.65 \pm 0.67$  s e  $14.17 \pm 0.69$  s;  $p = 0.01$ ), tal como a primeira metade do teste de 100 m ( $30.30 \pm 1.51$  s e  $31.28 \pm 1.55$  s;  $p = 0.01$ ).

Estes dados vêm reforçar os dados apresentados por Romney e Nethery (1993) que demonstraram a melhoria de 0.75 s nas 100 jardas (91m) de nado livre com a realização de aquecimento prévio.

Verificamos ainda que os primeiros 50 m apresentaram resultados diferentes entre as duas condições, ao contrário dos segundos 50 m que não demonstraram diferenças. Desta forma, a primeira parte da prova pode assumir um papel fundamental na diferença apresentada no final dos 100 m. Em distâncias mais curtas, Balilionis et al. (2012) encontraram dados que suportavam a existência de melhorias (~ 0.2 segundos) no tempo das 50 jardas com a realização do aquecimento habitual, quando comparando à não realização do mesmo. De forma complementar, Neiva et al. (2011) verificaram que os nadadores exerciam maiores valores de força propulsiva máxima e média (11% e 15%, respetivamente) durante 30 segundos de nado amarrado após a realização de aquecimento.

No que se refere à cinemática do ciclo de braçada, os valores de DC registados não demonstraram a existência de diferenças com e sem a realização de atividades de aquecimento desportivo. No entanto, a FG da segunda parte da prova e o IN da primeira parte da prova demonstraram diferenças entre as duas condições. A DC e a FG são variáveis independentes

que estão relacionadas com a velocidade de nado (Pendergast et al., 2006). Apesar do aumento da FG nos segundos 50 m, este não foi suficiente para provocar alterações na DC ou no IN do nadador, assim como na sua velocidade de deslocamento. Este aumento da FG poderá ter levado a uma maior fadiga do nadador, facto este comprovado pelos estudos de Pai et al. (1986) e de Craig et al. (1985), parecendo-nos pertinente uma análise dos parâmetros fisiológicos como complementares a esta avaliação.

Por sua vez, registaram-se alterações no IN do nadador na primeira parte da prova de 100 m. O IN é considerado como um estimador da eficiência global do nadador, descrevendo a capacidade do nadador em se mover a uma determinada velocidade com um menor número de braçadas. Este índice indica-nos que quanto mais elevado for o seu valor, mais adequada mecanicamente será a técnica (Costill et al., 1985), sendo considerado um indicador da economia de nado (Lavoie et al., 1985). Desta forma, pudemos verificar que com o aumento da velocidade e a manutenção da DC o nadador apresentou diferentes IN nos primeiros 50 m da prova. Os valores superiores de IN nos primeiros 50 m do teste sugerem a influência positiva do aquecimento na eficiência do nadador, fundamentalmente devido ao aumento da velocidade de nado, na medida em que a DC permaneceu praticamente inalterável nas duas condições de exercício ( $IN=v \times DC$ ).

Em jeito de conclusão, embora as alterações que normalmente são atribuídas ao aquecimento desportivo, a sua eficiência no rendimento dos nadadores continua por esclarecer. Foram observadas diferenças no rendimento dos nadadores com a realização de aquecimento desportivo, tanto no tempo final dos 100 m e no primeiro parcial de 50 m, como nos parâmetros biomecânicos analisados

Estes resultados permitem-nos sugerir que o aquecimento habitualmente realizado pelos nadadores parece ser influenciador do rendimento em distâncias curtas. Apesar dos nossos resultados serem concordantes com os estudos que sugerem o efeito positivo do aquecimento desportivo, ainda existe um longo caminho a percorrer para se compreender melhor este assunto tão controverso. O historial de estudos ambíguos nesta matéria realça a necessidade e a pertinência da pesquisa nesta área.

## 5. Aplicações Práticas

É certo que a amostra do presente estudo é relativamente pequena e não nos permite certezas. No entanto, os resultados obtidos sugerem-nos que os treinadores devem prestar atenção especial à realização do aquecimento desportivo antes da prova de 100 m, já que este apresenta alterações positivas nos parâmetros reveladores da eficiência do nadador, como o índice de nado. Contudo, os nadadores são seres individuais e diferentes de valores médios. Assim, os treinadores devem trabalhar individualmente os nadadores, por forma a otimizar e maximizar o seu rendimento, tanto em treino como em competição, sabendo que este poderá criar alterações benéficas no rendimento.

## 6. Referências Bibliográficas

Asmussen, E. & Boje, O. (1945). Body temperature and capacity for work. *Acta Physiologica Scandinavica*, 10, 1-22.

Andzel, W. D. (1982). One mile run performance as a function of prior exercise. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 22, 80-4.

Atkinson, G., Todd, C., Reilly, T. P. & Waterhouse, J. (2005). Diurnal variation in cycling performance: influence of warm up. *Journal of Sports Sciences*, 23, 321-329.

Balilionis, G., Nepocatyck, S., Ellis, C.M., Richardson, M.T., Neggers, 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*. doi: 10.1519/JSC.0b013e318248ad40 (in press).

Barcroft, J. & King, W. O. R. (1909). The effect of temperature on the dissociation curve of blood. *Journal of Physiology*, 39, 374-384.

Bishop, D. (2003a). Warm-Up I. Potential Mechanisms and Effects of Passive Warm-Up on Exercise Performance. *Sports Medicine*, 33 (6), 439-454.

Bishop, D. (2003b). Warm-Up II. Potential Mechanisms and Effects of Passive Warm-Up on Exercise Performance. *Sports Medicine*, 33 (7), 483-498.

Bishop, D., Bonetti, D. & Dawson, B. (2001). The influence of three different warm up intensities on sprint kayak performance in trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 33 (6), 1026-1032.

Bobo, M. (1999). The effect of selected types of warm-up on swimming performance. *International Sports Journal*, 3 (2), 37-43.

Bruyn-Prevost, P. & Lefebvre, F. (1980). The effects of various warming up intensities and durations during a short maximal anaerobic exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 43, 101-107.

Buchthal, F., Kaiser, E. & Knappes, G. G. (1944). Elasticity, viscosity and plasticity in the cross striated muscle fiber. *Acta Physiologica Scandinavica*, 8, 16-37.

Burnley, M., Doust, J. H. & Jones A. M. (2002). Effects of prior heavy exercise, prior sprint exercise and passive warming on oxygen uptake kinetics during heavy exercise in human. *European Journal of Applied Physiology*, 87, 424-432.

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, pp. 266-270.

Craig, A. B., Skehan, P. L., Pawelczyk, J. A., & Boomer, W. L. (1985). Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. *Medicine and Science in Sport*, 17(6), 625-634.

de Vries, H. A. (1959). Effects of various warm-up procedures on 100-yard times of competitive swimmers. *Research Quarterly*, 30, 11-22.

Febbraio, M. A., Carey, M. F., Snow, R. J., Stathis, C. G. & Hargreaves, M. (1996). Influence of elevated muscle temperature on metabolism during intense exercise. *American Journal of Physiology*, 271, 1251-1255.

Fernandes, R.; Vilas-Boas, J. P. (2002). Fatores influenciadores do rendimento em Natação Pura Desportiva - Breve Revisão. Documento de apoio à disciplina de Metodologia I - Natação. FCDEF-UP. Porto.

Fradkin, A. J., Zaryn, T. R., & Smoliga, J. M. (2010). Effects of warming-up on physical performance: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 140-148.

Gray, S. C. & Nimmo, M. A. (2001). Effects of active, passive or no warm-up on metabolism and performance during short-duration high-intensity exercise. *Journal of Sport Sciences*, 19, 693-700.

Grodjinovsky, A., & Magel, J. R. (1970). Effect of warming-up on running performance. *Research Quarterly*, 41 (1), 116-119.

Gullich, A., Schmidtbleicher, D. (1996). MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New Studies in Athletics*, 11 (4), 67-81.

Hajoglou, A., Foster, C., De Koning, J. J., Lucia, A., Kernozek, T. W. & Porcari, J. P. (2005). Effect of Warm-Up on Cycle Time Trial Performance. *Med Sci Sports Exerc*, 37, 1608-1614.

Hodgson, M., Dochery, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation. *Sports Medicine*, 35, 585-595.

King, A. (1979). The relative effects of various warm-up procedures on 50 meter times of trained, competitive swimmers. *Journal of Physical Education*, 7 (3), 22-24.

Knudson, D. V. (2008). Warm-Up and Flexibility. Philadelphia.

Lakie, M. & Robson, L. G. (1988). Thixotropic changes in human muscles stiffness and the effects of fatigue. *J Experimental Physiology*, 73, 487-500.

Lamb, O. R. (1978). Physiology of exercise - responses and adaptations, New York, MacMillan publishing.

Lavoie, J., Léger, L., Leone, M. & Provencher, P. (1985). A Maxim Multistage Swim Test to Determine the Functional and Maximal Aerobic Power of Competitive Swimmers. *Swimming Research*, 1 (2), 17-18.

McArdle, W. D. Katch, F. I. & Katch, V. L. (2003). *Fisiologia do Exercício, Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 5ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

McCutcheon, L. J., Geor, R. J. & Hinchcliff, K. W. (1999). Effects of prior exercise on muscle metabolism during sprint exercise in humans. *Journal of Applied Physiology*, 87 (5), 1914-1922.

McKenna, M. I., Green, R. A. & Shaw, P. F. (1987). Tests of anaerobic power and capacity. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 19 (2), 13-7.

Mitchell, J. B. and 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, 159-165.

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.

Pai, Y., Hay, J. & Wilson, B. (1986). Stroking techniques of elite swimmers. In: J. Hay (ed), *Starting, Stroking and Turning* (a compilation of research on the biomechanics of swimming of the University of Iowa, 1983-86), 115-129. Biomechanics laboratory, department of exercise science. University of Iowa, Iowa.

Pendergast, D.R.; Capelli, C.; Craig, A.B.; di Prampero, P.E.; Minetti, A.E.; Mollendorf, J.; Termin, J.I. & Zamparo, P. (2006). Biophysics in swimming, In:

*Biomechanics and Medicine in Swimming X*, J.P. Vilas-Boas, F. Alves & A. Marques (Eds.), 185-189, Portuguese Journal of Sport Science, Porto

Rodrigues, M. (1993). O aquecimento em treino desportivo. Câmara Municipal de Oeiras, Divisão de Cultura, Desporto e Turismo. Serviços Municipais de Desporto.

Romnery, R. C. & Nethery, V. M. (1993). The effects of swimming and dryland warm-ups on 100-yard freestyle performance in collegiate swimmers. *Journal of swimming research*, 9, 5-9.

Sargeant, A. J., & Dolan, P. (1987). Effect of prior exercise on maximal short-term power output in humans. *Journal of Applied Physiology*, 63 (4), 1475-1480.

Smith, C. A. (2004). The warm-up procedure: To stretch or not stretch - A brief review. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 19, 12-17.

Thompson, H. (1958). Effect of warm-up upon physical performance in selected activities. *Research Quarterly*, 29 (2), 231-246.

Vilas-Boas, J.P. (1991). Utilização da frequência na avaliação da intensidade do esforço e no controlo do treino em natação. In: J. Bento & A. Marques (eds), *AS Ciências do Desporto e a Prática Desportiva - Actas* (vol. I), Desporto. Saúde. Bem-Estar, pp. 247-274. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, Porto.

Weineck, J. (2003). *Treinamento Ideal*. 9ª Ed. São Paulo: Manole.

Young, W. B., Jenner, A. & Griffiths, K. (1998). Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 12, 82-4.