

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança

Júlia Mello Fiori

Cinemática do nado *crawl*: efeitos da pernada em diferentes intensidades de nado

Porto Alegre

2018

Júlia Mello Fiori

Cinemática do nado *crawl*: efeitos da pernada em diferentes intensidades de nado

Monografia apresentada à Escola de Educação Física Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a conclusão do curso de Bacharelado em Educação Física

Orientador: Flávio Antônio de Souza Castro

Porto Alegre, julho de 2018

**Júlia Mello Fiori**

**Cinemática do nado *crawl*: efeitos da pernada em diferentes intensidades de nado**

Conceito final: A

Aprovado em 03 de Julho de 2018

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dr. Giovani dos Santos Cunha - UFRGS**

**Orientador – Prof. Dr. Flávio Antônio de Souza Castro – UFRGS**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a UFRGS e a ESEFID pela oportunidade de estar cursando a graduação pela segunda vez, dando todo suporte para que isso seja possível.

Gostaria de agradecer o meu orientador, Flávio Castro, que aceitou trabalhar comigo mais uma vez e que sempre esteve a disposição para ajudar em qualquer questão do estudo.

Também a todos os colegas do GPEA, em especial o Ricardo Peterson Silveira.

Agradeço ao avaliador Giovani Cunha, que se dispôs participar deste momento, lendo, avaliando e contribuindo com o trabalho.

Muito obrigada a todos meus amigos que me mantiveram tranquila e alegre apesar de todos os momentos corridos e tensos durante todo o processo.

Obrigada a minha família: mãe, pai, irmão, namorado e cachorros que estão sempre ao meu lado me apoiando e ajudando.

Obrigada!

## LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

AB	Apenas braçadas
cm	Centímetros
DC	Distância média percorrida pelo corpo por ciclo de braçada
ESEFID	Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança
FC	Frequência média de ciclos de braçadas
Hz	Hertz
kg	Quilogramas
m	Metros
m.s <sup>-1</sup>	Metros por segundo
$\eta^2$	Eta ao quadrado, tamanho de efeito
NC	Nado completo
R1	Repetição 1, intensidade muito baixa
R2	Repetição 2, intensidade baixa
R3	Repetição 3, intensidade média
R4	Repetição 4, intensidade forte
R5	Repetição 5, intensidade muito forte
R6	Repetição 6, intensidade máxima
s	Segundos
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
VN	Velocidade média de nado

## RESUMO

**Objetivos:** identificar as mudanças no padrão biomecânico do nado *crawl* com e sem o auxílio da pernada. **Métodos:** participaram 23 nadadores (as) experientes no treinamento em natação. Os participantes realizaram 12 repetições de 25 m: seis em nado *crawl* completo (NC) e seis em nado *crawl* apenas com braçadas (AB), ambas as séries em seis intensidades diferentes. Foram aferidas: (1) velocidade média de nado (VN) pelo quociente entre 10 m e o tempo em s para percorrer estes 10 m centrais de cada 25 m, e (2) frequência média de ciclo de braçadas (FC) pelo quociente entre três ciclos de braçadas, realizados dentro dos 10 m centrais, e o tempo para realizá-los (s). Após, pelo quociente entre VN e FC, obteve-se (3) a distância média percorrida por ciclo de braçadas (DC). Utilizou-se ANOVA fatorial entre as condições (NC e AB) e as seis intensidades, e cálculo de tamanho de efeito entre as diferentes intensidades e condições. **Resultados:** de modo geral, a pernada foi capaz de incrementar a DC e a VN, em média, 15 e 12%, respectivamente. Não houve alteração estatística na FC. Como esperado, a intensidade de nado alterou, de modo estatístico e sistemático, a DC (reduzindo), a FC (aumentando) e VN (aumentando).

Palavras-chaves: natação, biomecânica, pernada, desempenho

## ABSTRACT

**Purpose:** To identify the changes in the biomechanical pattern of the front crawl stroke with and without the leg kick. **Methods:** 23 swimmers with experience in swimming training performed twelve 25 m trials: six swimming the front crawl (FCS) and six swimming with the arms only (SAO), both series at six speeds. Kinematics parameters were measured: (1) the average swimming speed (V), by the quotient between 10 m and the time in seconds to swim through the central 10 m of each 25 m, and (2) stroke rate (SR), by the quotient between three stroke cycles, performed within the central 10 m and the time to perform them. After, by the quotient between V and SF, the (3) stroke length (SL) was obtained. Factorial ANOVA (swimming conditions - FCS and SAO and the 6 speeds) was applied. Effect size were calculated. **Results:** The leg kick was able to increase SL and V on average of 15 and 12% respectively. There was no statistical change in SR. As expected, the swimming speed modified, statistically and systematically, the SL (reducing), the SR (increasing) and the V (increasing).

Keywords: swimming, biomechanics, kicking, performance.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Frequência média de ciclos de braçadas, entre as duas condições de nado, para as seis intensidades (R1: muito baixa, R2: baixa, R3: média; R4: forte, R5: muito forte, R6: máxima); n = 23. .... 25
- Figura 2 – Diferença percentual da frequência média de ciclos de braçadas entre as duas condições de nado, para as seis intensidades (R1: muito baixa, R2: baixa, R3: média; R4: forte, R5: muito forte, R6: máxima); n = 23. .... 26
- Figura 3 - Distância média de ciclos de braçadas, entre as duas condições de nado, para as seis intensidades (R1: muito baixa, R2: baixa, R3: média; R4: forte, R5: muito forte, R6: máxima); n = 23. .... 27
- Figura 4 – Diferença percentual da distância média percorrida por ciclos de braçadas entre as duas condições de nado, para as seis intensidades (R1: muito baixa, R2: baixa, R3: média; R4: forte, R5: muito forte, R6: máxima); n = 23. .... 28
- Figura 5 – Velocidade média de nado, entre as duas condições de nado, para as seis intensidades (R1: muito baixa, R2: baixa, R3: média; R4: forte, R5: muito forte, R6: máxima); n = 23. .... 28
- Figura 6 – Diferença percentual de velocidade média de nado entre as duas condições de nado, para as seis intensidades (R1: muito baixa, R2: baixa, R3: média; R4: forte, R5: muito forte, R6: máxima); n = 23. .... 29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Comparação dos resultados de DC entre os dois modelos, n = 23 ..... 30

Tabela 2 - Comparação dos resultados de VN entre os dois modelos, n = 23 ..... 30

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo geral .....	14
2.2 Objetivos Específicos .....	14
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1 Propulsão e arrasto em natação .....	15
3.2 O nado <i>crawl</i> .....	16
3.2.1 Cinemática do nado.....	17
3.2.2 Contribuição de braços e pernas.....	19
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	22
5.1 Caracterização da pesquisa.....	22
5.2 Procedimentos éticos .....	22
5.3 População e amostra.....	22
5.4 Variáveis .....	22
5.5 Etapas e instrumentos de coleta de dados.....	23
5.6 Análise estatística .....	24
6 RESULTADOS .....	25
6.1 Frequência de ciclos de braçadas.....	25
6.2 Distância percorrida por ciclo de braçadas.....	26
6.3 Velocidade de nado .....	28
6.4 Mudanças nas variáveis conforme as intensidades dos testes.....	29
7 DISCUSSÃO.....	31
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	34
REFERÊNCIAS .....	35
APÊNDICE .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

Nadadores impulsionam seus corpos empurrando fluídos em vez de superfícies sólidas, precisando vencer resistências próprias do meio. Desta forma, ao mesmo tempo em que o nadador precisa de menos esforços para gerar propulsão do que atletas de esportes terrestres, enfrenta mais resistência para progredir, devido à densidade da água (MAGLISCHO, 2003).

De forma competitiva, os nadadores utilizam-se de quatro nados convencionais para gerar propulsão e progredir: *crawl*, costas, peito e golfinho. O nado *crawl* é considerado o mais tradicional, mais rápido (DE OLIVEIRA *et al.*, 2009) e mais econômico (CAPUTO *et al.*, 2006). É caracterizado por ser ventral, com o movimento simultâneo dos braços – de forma alternada - e também das pernas. Possui três componentes: braçada, pernada e respiração. Este nado está muito presente nos treinos de natação porque é o estilo mais eficiente para as provas longas e também por haver mais provas neste estilo do que nos demais (REIS, 1987). Além disso, em resposta à alternância dos movimentos dos membros superiores, há rolamento do corpo ao longo do eixo longitudinal (CASTRO *et al.*, 2006).

O desempenho na natação está fortemente relacionado à técnica de nado, com o objetivo de vencer a resistência e avançar da forma mais rápida e com o menor gasto energético possível. A técnica e suas alterações em resposta a diferentes velocidades de nado podem ser estudadas a partir da cinemática de nado. Dentre suas variáveis, utilizou-se neste estudo a frequência média de ciclos de braçadas (FC), a distância média percorrida por ciclo de braçada (DC) e a velocidade média de nado (VN) (HAY e GUIMARÃES, 1983).

O número de ciclos de braçadas que um nadador exerce por unidade de tempo é definido como frequência média de ciclos de braçadas (FC). A distância que o nadador se desloca a cada ciclo de braçadas é representada pela variável distância média percorrida por ciclo de braçada (DC). Quando multiplicamos a FC pela DC, obtemos a velocidade de nado (VN) (HAY e GUIMARÃES, 1983).

A propulsão do nado *crawl* é resultado de ações entre as braçadas e as pernadas. Para Caputo *et al.* (2006), a pernada requer proporcionalmente maior

consumo de oxigênio que a braçada e contribui pouco na propulsão, apesar de ser mais rápido nadar utilizando-se das pernadas. Silveira *et al.* (2016) relatam maior influência da braçada na propulsão quando comparada com a pernada. A contribuição da pernada corresponde a cerca de 10% a 13% da propulsão do nado. Porém, isso pode mudar dependendo do tipo de prova (curta, média, longa duração), em que se altera o padrão de movimento de acordo com as necessidades energéticas e propulsivas (SILVEIRA *et al.*, 2016).

A posição do corpo do nadador na água é fundamental para a propulsão e o avanço (CASTRO *et al.*, 2005). Quando o nadador não utiliza a pernada no nado, sua posição corporal pode alterar-se, afetando as variáveis cinemáticas. A mudança na intensidade, seja ela mais próxima do um metabolismo aeróbio ou do limiar anaeróbio, também pode alterar o padrão de movimento. Estudo de Castro *et al.* (2005) mostrou que quanto maior a intensidade de nado, maior a FC e menor a DC. Esta relação de intensidade com as variáveis cinemáticas foi previamente definida por Hay e Guimarães (1993) e Yanay (2003): há relação inversa entre os parâmetros FC e DC (quando um aumenta, o outro diminui) e o produto de ambos é a VN de nado puro, ou seja, sem contribuições de saídas e viradas.

Para determinar as contribuições de braços e pernas é necessário isolar membro superior de membro inferior para aferir os dados cinemáticos de nado e então comparar com os encontrados no nado completo. Portanto, nadar apenas com os braços pode ser utilizado para determinar a contribuição da braçada e a contribuição da pernada no nado completo. No treinamento em natação, treinadores utilizam esta técnica de nadar somente com os braços ou somente com as pernas para potencializar suas contribuições.

De modo geral, os estudos mostram: mudanças na cinemática de nado com a alteração das intensidades no nado completo (CASTRO *et al.*, 2005), mudanças com a restrição de apenas braçadas em repetições curtas e máximas (GOURGOULIS *et al.*, 2013) em repetições de meia distância (MORRIS *et al.*, 2016) e indicam a necessidade da propulsão de pernas para o resultado final do nado completo (BUCHER, 1975; HOLLANDER *et al.*, 1988; MOUROUÇO *et al.*, 2015), porém não foram encontradas informações a respeito da cinemática do nado *crawl* em repetições curtas e em diferentes intensidades sem a pernada.

Portanto, cria-se o problema de pesquisa: quais são as contribuições da pernada nos parâmetros cinemáticos do nado *crawl* em diferentes intensidades? Para responder este problema, foi elaborado o objetivo de identificar as mudanças no padrão cinemático do nado *crawl* com e sem o auxílio da pernada.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Identificar as mudanças no padrão cinemático do nado *crawl* com e sem o auxílio da pernada.

### 2.2 Objetivos Específicos

Identificar parâmetros cinemáticos (FC, DC e VN) do nado *crawl* com apenas braçadas em diferentes intensidades.

Identificar parâmetros cinemáticos (FC, DC e VN) do nado *crawl* completo em diferentes intensidades.

Comparar parâmetros cinemáticos (FC, DC e VN) do nado *crawl* em diferentes intensidades com e sem a propulsão de pernas.

Verificar o efeito de se executar e não executar as pernadas sobre os parâmetros cinemáticos do nado *crawl*.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão aborda os seguintes itens: propulsão e arrasto na natação e o nado *crawl* (cinemática e contribuição de pernadas e braçadas à propulsão).

#### 3.1 Propulsão e arrasto em natação

De acordo com Toussaint e Truijens (2005), para nadar mais rápido, é necessário a um nadador (i) habilidade em produzir energia capaz de gerar altas forças propulsivas; (ii) habilidade em reduzir as resistências do meio (arrasto), enquanto (iii) é capaz de reduzir as perdas de força ao empurrar a água. Em relação às forças propulsivas, Castro, Correia e Wizer (2016) afirmam que:

Ao passo que a força propulsiva é aplicada sobre um meio instável, cuja deformação é constante a cada aplicação de força, tornou-se necessária a busca desta explicação com métodos relacionados à mecânica dos fluidos. Assim, atualmente, é possível sintetizar o conhecimento acerca da propulsão em natação em componente de sustentação e componente de arrasto (CASTRO, CORREIA E WIZER, 2016).

A força propulsiva gerada pelo componente de sustentação é resultado da diferença de velocidade e pressão do fluxo dos fluidos em relação aos componentes corporais propulsivos, como as mãos e os pés. Em relação à força propulsiva gerada pelo componente de arrasto, a posição e o movimento dos membros permitem produzir propulsão, pois os segmentos imprimem força no fluxo, arrasto é gerado e parte desse pode contribuir para o avanço. A técnica de nado busca o incremento da força propulsiva com a menor geração de forças resistivas, que é a força do arrasto (TOUSSAINT e BEEK, 1992).

De acordo com Zamparo *et al.* (2009), a força de arrasto é a força contrária ao deslocamento do corpo no meio aquático e pode ser passivo ou ativo. Esta força se manifestará como arrasto passivo quando o corpo se locomover por ação externa, permanecendo sem movimento, assim sua produção está baseada em movimentos intercessores. Em relação ao arrasto ativo, este se diferencia do passivo, pois neste caso o movimento do próprio corpo é o responsável pelo deslocamento. As características antropométricas do nadador

e suas velocidades de nado atingíveis são dependentes principalmente do arrasto passivo. O arrasto ativo depende também das posições assumidas pelos segmentos corporais na água a fim de gerar propulsão.

Ainda, o arrasto total compreende a soma de três formas distintas (TOUSSAINT e BEEK, 1992): arrasto de superfície (moléculas de água que o corpo carrega em sua superfície corporal), de pressão (separação das moléculas de água pelo corpo em movimento) e de onda (comprimento da onda gerada pelo corpo em movimento à superfície da água). A velocidade de deslocamento, somada às dimensões do indivíduo, a gravidade e as características físicas da água de densidade e viscosidade, são responsáveis por determinar a magnitude do arrasto (CASTRO, CORREIA, WIZER, 2016). Considerando isso, a forma do corpo pode alterar-se durante a execução dos movimentos, necessitando adequações técnicas para encontrar a saída mais eficiente: maior progressão com o menor gasto energético.

### 3.2 O nado *crawl*

Caracteriza-se por ser um nado ventral, com movimentos cíclicos e alternados de braços e pernas, incluindo a respiração lateral com rolamento de corpo. É o nado mais rápido entre os quatro competitivos, apresentando as melhores marcas em recordes mundiais na relação distância versus tempo (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Segundo Chollet, Chabies e Chatard (2000), há 4 fases na braçada: (i) entrada da mão na água até posição que permita gerar força propulsiva, (ii) puxada, representada pelo início da fase propulsiva, (iii) empurrada, que corresponde ao momento em que a mão está na linha do ombro até a sua saída da água, e por fim, (iv) recuperação, que configura o momento entre a saída da mão da água até a nova entrada da mão na água. As fases (ii) e (iii) são as consideradas propulsivas, enquanto que as (i) e (iv) são não-propulsivas.

No nado *crawl*, um ciclo de braçadas é representado pela execução completa das fases da braçada pelos dois membros superiores, portanto, a braçada inicia no momento em que a mão entra na água e termina com a próxima entrada da mesma mão na água. Nadadores mais experientes conseguem realizar uma organização temporal de nadar por mais tempo de fase propulsiva

do que não propulsiva durante o ciclo, quando comparados a nadadores iniciantes (FREUDENHEIM *et al.*, 2005).

A relação temporal entre as fases de ambos os braços, ou seja, a coordenação de nado no *crawl*, pode ser descrita por três modelos: (i) oposição: a fase propulsiva de um braço começa ao final da fase propulsiva do outro braço. (ii) captura: tem um momento não propulsivo entre o final da fase propulsiva de um braço e o início da fase propulsiva do outro. (iii) sobreposição: inicia-se a fase propulsiva de um braço antes do final da fase propulsiva do outro braço (CHOLLET, CHALIES e CHATARD, 2000; FRANKEN *et al.*, 2016).

A pernada no nado *crawl* acontece com a movimentação alternada das pernas. A pernada para baixo de uma perna acontece durante a pernada para cima da outra perna. A pernada para baixo é um movimento parecido com o de uma chicotada, que começa com a flexão do quadril, seguida pela flexão do joelho. A pernada para cima acontece com os membros mais relaxados até que se volte a posição anterior e se realize a pernada para baixo seguinte (MAGLISCHO, 1999).

### 3.2.1 Cinemática do nado

Cinemática é a área da física que estuda o movimento a partir da posição, do tempo e suas derivadas (velocidade e aceleração). Na natação, os parâmetros cinemáticos globais frequência média de braçadas (FC), distância média percorrida por ciclo (DC) e velocidade de nado (VN) são indicadores que auxiliam a avaliação técnica do nado (TOUSSAINT e BEEK, 1992).

A FC é definida pelo número de ciclos em cada unidade de tempo. Essa variável pode ser expressa em ciclos por minuto ou em Hz. Depende do tempo gasto nas fases propulsiva e recuperativa da braçada (HAY, GUIMARÃES, 1983). Já a DC é definida pela distância percorrida a cada ciclo (HAY, GUIMARÃES, 1983). Um ciclo de braçadas, no nado *crawl*, são duas braçadas completas. É influenciada pelas forças aplicadas sobre e pelo nadador na água e pode ser estimada por meio do quociente entre VN e FC (CORREIA, 2016). Pode ser utilizada para avaliar o aperfeiçoamento de técnica de nado, pois

fornece uma boa indicação da eficiência propulsiva, caso o nadador comece a se deslocar mais a cada ciclo (CASTRO e MOTA, 2008).

Ao passo que a VN é o produto entre FC e DC, ou seja, depende dessas duas variáveis (MINGHELLI e CASTRO, 2006), as mudanças na VN ocorrem devido a combinações entre incrementos e diminuições delas (CASTRO e MOTA, 2008). Castro *et al.* (2005) mostram que, normalmente, quando a intensidade aumenta, a FC aumenta e a DC diminui. Portanto, há uma relação negativa entre a frequência e a distância, em que um aumento na distância deve gerar a diminuição na frequência e vice-versa (HAY e GUIMARÃES, 1983). Aumento na VN pode ser alcançado de forma aguda, com o incremento da FC, ou de forma crônica, com o incremento do DC (YANAI, 2003).

Conforme o treinamento técnico do nado, é desenvolvida a condição crônica de aumento de VN (MAZZOLA, JACQUES, SILVA e CASTRO, 2009). Toussaint (1990) verificou que nadadores competitivos possuem uma maior DC e maior VN em relação a triatletas, e que, teoricamente, estes têm menos experiência e tempo de treino em natação do que os nadadores. Cappaert *et al.* (1995) analisaram nadadores classificados em sub-elite e elite e constataram que os de elite apresentam DC maior e FC menor, na prova de 100 m nado livre durante os Jogos Olímpicos de 1992. Segundo Correia (2016), essas relações das variáveis cinemáticas também podem ser explicadas pelas diferentes estratégias do nadador em cada prova, pela fadiga proveniente do esforço ou pelas influências do arrasto. Em relação às estratégias utilizadas em competições de natação, em provas rápidas, a FC se mantém com valores maiores em relação aos encontrados em provas de meia distância.

Craig e Pendergast (1979) também abordam a estratégia do nadador em combinar corretamente FC e DC para aumentar ou diminuir a velocidade dependendo da situação da prova e seus objetivos. Craig *et al.* (1985) compararam as três variáveis em nadadores norte-americanos em seletiva para os Jogos Olímpicos de 1984. Os dados relataram VN e DC maiores e FC menor nos atletas finalistas, em comparação aos que só realizaram as eliminatórias (nadadores presumivelmente de nível inferior). Isso mostra que ao aumentar a velocidade, os nadadores mais habilidosos não aumentam tanto a FC e não perdem tanto a DC.

Wakayoshi et al. (1993) realizou testes de 400 m nado *crawl* com nadadores competitivos e aferiu os dados cinemáticos de nado durante os testes. O mesmo teste foi realizado após seis meses de treinamento predominantemente aeróbio, e a DC aumentou significativamente, assim como a VN. Já a FC não apresentou mudanças significativas. Portanto, demonstrou-se que o treinamento é capaz de gerar mudanças cinemáticas que contribuem para a melhora da marca pessoal dos atletas.

### 3.2.2 Contribuição de braços e pernas

A força necessária que o nadador deve aplicar para avançar pode ser exercida por movimentos de braços e pernas, e esse tópico de estudo é de grande interesse para a área de prescrição de treinamento, sendo ambos movimentos considerados os principais contribuintes para exercer força na água. Suas contribuições parecem ser diferentes, sendo considerada a pernada o fator secundário para tal (MOROUÇO, 2015). Segundo Maglischo (2003), entre os anos 70 e 80 do século XX acreditava-se que o movimento de pernas nos nados somente contribuía para a propulsão no nado peito, em que o movimento propulsivo é feito com a impulsão para trás, e não verticalmente, como acontece com os demais nados. Depois, estudos (WATKINS & GORDON, 1983; HOLLANDER *et al.*, 1988) mostraram que a pernada de todos os nados é um agente propulsor, sendo capaz de incrementar a velocidade de nado.

Em máxima intensidade, no nado *crawl*, a braçada é responsável por aproximadamente 90% da velocidade total de nado em nadadores competitivos (WATKINS & GORDON, 1983. DESCHODT *et al.*, 1999. MORRIS, 2016). Hollander *et al.* (1988) utilizou o sistema mensuração do arrasto ativo para medir a força propulsiva da braçada. Este sistema consiste em uma série de apoios para as mãos, submersos, colocados em sequência na piscina, que medem a força aplicada em cada apoio. O nadador deve nadar empurrando o apoio durante a fase submersa da braçada. Foram realizados testes comparando o nado completo e o nado apenas com a braçada. Com os movimentos completos, a força média foi cerca de 12% maior do que utilizando apenas os braços.

Apesar da pernada demonstrar ser menos eficiente do que a braçada, sua participação permite alcançar maiores velocidades com um valor aproximado de

10%. Segundo Gourgoulis *et al.* (2013), a pernada proporciona propulsão, ajuda na realização de uma braçada mais efetiva e ajuda a manter a posição do corpo, reduzindo a resistência.

Nem todos os treinadores têm a mesma opinião sobre a importância da pernada no nado *crawl*. Alguns acreditam que é um importante agente propulsor, outros acham que é somente necessário para a estabilização do corpo (BUCHER, 1975, p. 180).

A pernada e a braçada são dois componentes independentes com papéis importantes na propulsão de nado em tiros curtos, e, apesar da contribuição da pernada ser menor, não pode ser negligenciada nos treinamentos (MOROUÇO *et al.*, 2015).

Em relação às comparações entre nado completo e nado apenas com braçadas, Gourgoulis *et al.* (2013) constaram que os valores de FC, DC e VN são maiores em repetições máximas de 25 m nado *crawl* completo quando comparado com 25 m na máxima intensidade em nado *crawl* realizado na condição de somente braços, ao avaliar nove nadadoras treinadas. Os autores concluíram que a pernada, apesar de causar maior gasto calórico, aumenta a VN pela propulsão das pernas e pelo posicionamento do corpo.

Estudo de Morris *et al.* (2016) comparou VN, consumo de oxigênio e custo metabólico entre repetições de 200 m nado *crawl* completo e nado *crawl* apenas com braçadas, em três intensidades cada, controlando a FC. A VN atingida pelo nado completo foi maior do que na situação envolvendo apenas as braçadas. Apesar do custo metabólico não ter apresentado variação, o consumo de oxigênio atingido apenas com as braçadas foi menor do que no nado completo.

Mourouço *et al.* (2015), em testes de 30 segundos de nado amarrado (*crawl* completo, apenas braçadas e apenas pernas), encontraram que o nado completo não consegue atingir os mesmos resultados máximos de força encontrados quando o nado envolve apenas braçadas e apenas pernas. Apesar da pernada contribuir menos para o nado completo, é tão importante quanto a braçada para a propulsão final e o aumento da velocidade. Já Deschodt *et al.* (1999) analisaram repetições de 25 m em intensidade máxima, em quatro

diferentes situações: (i) *crawl* com um braço e sem pernada; (ii) *crawl* com dois braços e sem pernada; (iii) *crawl* com um braço e com pernada; (iv) *crawl* completo com braços e pernas. Deschodt *et al.* (1999) constataram que (iii) atinge VN maior do que (ii), indicando a importância da propulsão de pernas na natação competitiva.

Bucher (1975) investigou os efeitos da pernada na VN do nado *crawl* comparando os resultados entre bons nadadores, nadadores medianos e nadadores iniciantes. Cada nadador realizou três repetições de 15 m: (i) apenas braçadas, (ii) apenas pernadas, (iii) nado completo. Para todos, (iii) foi o mais rápido, e (ii) foi superior a (i).

Por fim, Bartolomeu *et al.* (2017) analisaram 25 m *crawl* completo, 25 m apenas braçadas e 25 m apenas pernadas, com nadadores e nadadoras experientes. Encontraram que há uma perda de eficiência técnica quando se nada o *crawl* completo, pois a soma da VN do nado apenas braçadas com o nado apenas pernadas é superior a VN do nado completo, indicando que o incremento de tarefas pode afetar o alcance máximo técnico e consequentemente propulsivo de membros superiores e inferiores.

## 5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 5.1 Caracterização da pesquisa

Este é um estudo ex-post-facto, quantitativo e comparativo.

### 5.2 Procedimentos éticos

Este projeto foi devidamente avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (CAAE: 27110314.6.0000.5347). Foram seguidas todas as recomendações do Conselho Nacional de Saúde (Resolução 466/2012) em relação à pesquisa com seres humanos.

### 5.3 População e amostra

A população deste estudo é de nadadores, de ambos os sexos, com, no mínimo, seis anos de experiência na modalidade natação. A amostra, por conveniência, foi composta por 23 nadadores voluntários, quatro do sexo feminino e 19 do sexo masculino.

### 5.4 Variáveis

Foram definidas como variáveis independentes deste estudo:

- A condição de nado: (i) completo ou (ii) apenas braçada;
- A intensidade dos testes, seis intensidades:
  - (i) muito baixa;
  - (ii) baixa;
  - (iii) média;
  - (iv) forte;
  - (v) muito forte e
  - (vi) máxima.

Como dependentes:

- A frequência média de ciclos de braçadas;

- A distância média percorrida pelo corpo a cada ciclo de braçadas;
- A velocidade média de nado.

### 5.5 Etapas e instrumentos de coleta de dados

No Centro Natatório da ESEFID, foi inicialmente apresentado o termo de consentimento livre e esclarecido para cada nadador, ao mesmo tempo em que foram explicados verbalmente todos os procedimentos e objetivos do estudo.

Concluída esta etapa, foram obtidos dados de massa corporal e estatura:

- massa corporal (com roupa própria para natação e sem sapatos; balança de marca G-Tech Glass 200® com capacidade de 150 kg e precisão de 0,1 kg);
- estatura (na posição ereta, pés unidos, calcanhares apoiados no estadiômetro e cabeça posicionada no plano de Frankfurt; em estadiômetro portátil de bolso marca Cescorf® com capacidade de 3 metros e precisão de 0,1 cm).

Cada nadador, realizou o aquecimento individualmente, em baixa intensidade, de 400 a 800 m de nado *crawl*. Após o aquecimento e, de forma aleatória, cada nadador realizou duas séries de seis repetições de 25 m: uma vez em nado completo, quando se solicitava que o nadador mantivesse batimento de pernas constante e outra vez sem o batimento de pernas, com utilização de *pull-buoy* na altura dos joelhos e uma borracha fixadora entre os tornozelos, a fim de impedir qualquer movimento de pernas. As seis repetições foram realizadas em intensidades progressivas: iniciando desde muito baixa até máxima intensidade, com intervalo de, no mínimo, três minutos entre cada repetição (COUTO et al, 2015). Considerando a experiência dos participantes, todos atletas e com histórico em treinamento de pelo menos seis anos, todos foram capazes de aumentar a intensidade a cada repetição de modo a fazer, na última repetição, a máxima intensidade (SILVEIRA et al, 2016). Durante o nado sem a pernada, foi utilizado um flutuador estilo *pull-buoy* e uma tira de borracha entre os tornozelos, para evitar a ação das pernas.

Entre os 7,5 m e os 17,5 m de cada repetição (para esta medição utilizou-se cones de marcação na borda da piscina) foram obtidos, por quatro cronometristas experientes (cronômetro digital SEIKO S141, Japão): (i) tempo (em s) para percorrer os 10 m; utilizando-se a passagem da cabeça de cada nadador pelos cones; (ii) tempo (em segundos) para realizar três ciclos completos de braçadas (MAZZOLA et al., 2009). Com os dados obtidos, calcularam-se: (i) a velocidade média de nado (VN), pelo quociente entre 10 m e o tempo em segundos, (ii) a frequência média de ciclos de braçadas (FC), pelo quociente entre 3 ciclos e o tempo em segundos e (iii) a distância média percorrida a cada ciclo de braçadas (DC), pelo quociente entre a VN e a FC. Considerando-se os valores de VN, FC e DC de cada repetição em nado *crawl* como 100%, calculou-se cada diferença percentual entre as condições de nado para cada repetição (cada intensidade) para cada variável.

## 5.6 Análise estatística

A normalidade dos dados foi testada com teste de Shapiro-Wilk, após foram calculadas médias e desvios-padrão. A comparação entre condições de nado (completo e apenas braçadas) e repetições (seis intensidades) foi realizada com aplicação de ANOVA de dois fatores de medidas repetidas (2x6). A esfericidade foi verificada com teste de Mauchly. Efeitos principais foram testados com teste de Bonferroni. Tamanho de efeito foi calculado com estatística  $\eta^2$  e classificados de acordo com Cohen (1988): < 0,13: pequeno; 0,14 – 0,26: médio; > 0,26: grande. Procedimentos foram realizados no SPSS 20.0 para alfa < 0,05.

## 6 RESULTADOS

Em relação às características físicas dos participantes, as nadadoras apresentaram idade, massa corporal total e estatura de, respectivamente:  $22,3 \pm 4,7$  anos,  $65,1 \pm 8,0$  kg e  $165,6 \pm 2,2$  cm. Já os nadadores apresentaram idade, massa corporal total e estatura de, respectivamente:  $25,9 \pm 7,5$  anos,  $75,9 \pm 9,5$  kg e  $178,0 \pm 5,9$  cm.

### 6.1 Frequência de ciclos de braçadas

A Figura 1 apresenta a frequência de ciclos de braçadas (FC) ao longo das repetições de diferentes intensidades, nas duas condições de nado (apenas braçadas e nado completo).

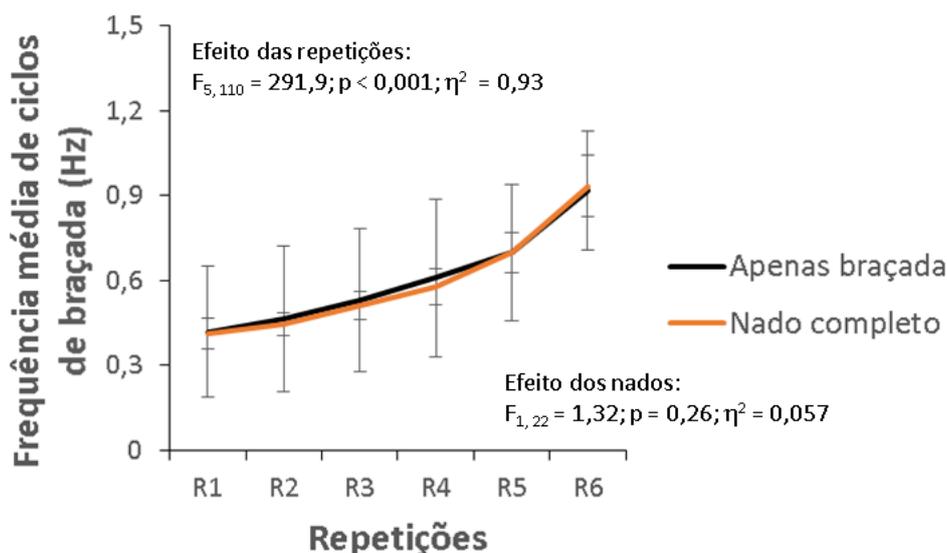


Figura 1 – Frequência média de ciclos de braçadas, entre as duas condições de nado, para as seis intensidades (R1: muito baixa, R2: baixa, R3: média; R4: forte, R5: muito forte, R6: máxima);  $n = 23$ .

Não houve efeito estatístico do modelo de nado sobre a FC ( $F_{1,22} = 1,32$ ;  $p = 0,26$ ;  $\eta^2 = 0,057$ ). Porém, a FC aumentou ao passo que a intensidade aumentou ( $F_{5,110} = 291,9$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2 = 0,93$ ), com incremento estatístico a cada repetição. Tal comportamento foi similar para os dois modelos, não havendo interação entre os fatores. A Figura 2 apresenta as diferenças

percentuais entre as FC em cada repetição, em ambos os modelos de nado. A diferença média entre os modelos foi de  $-2,3 \pm 2,7\%$ .

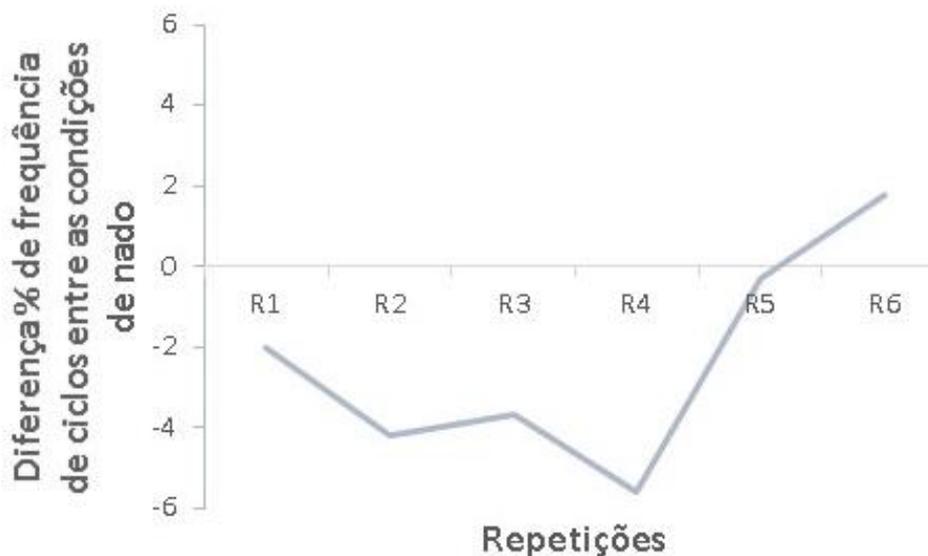


Figura 2 – Diferença percentual da frequência média de ciclos de braçadas entre as duas condições de nado, para as seis intensidades (R1: muito baixa, R2: baixa, R3: média; R4: forte, R5: muito forte, R6: máxima);  $n = 23$ .

## 6.2 Distância percorrida por ciclo de braçadas

A Figura 3 apresenta a distância percorrida por ciclo de braçadas, ao longo das repetições de diferentes intensidades, nas duas condições de nado (apenas braçadas e nado completo).

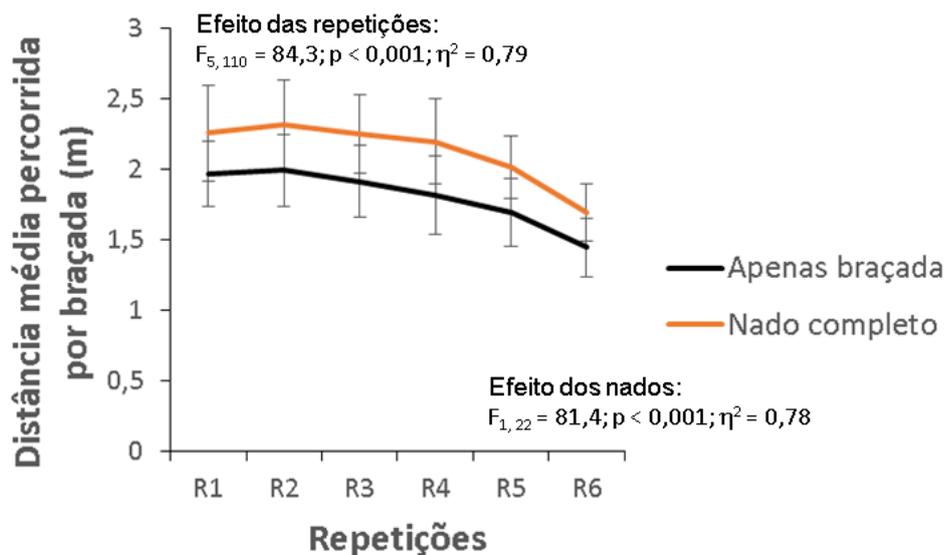


Figura 3 - Distância média de ciclos de braçadas, entre as duas condições de nado, para as seis intensidades (R1: muito baixa, R2: baixa, R3: média; R4: forte, R5: muito forte, R6: máxima);  $n = 23$ .

Houve efeito estatístico do modelo de nado sobre a DC ( $F_{1,22} = 81,4; p < 0,001; \eta^2 = 0,78$ ), maiores valores de DC sempre no nado completo em comparação ao nado realizado apenas com braçadas. A DC reduziu ao passo que a intensidade aumentou ( $F_{5,110} = 84,3; p < 0,001; \eta^2 = 0,79$ ), porém, a redução só se tornou sistemática, em relação aos valores da R1, a partir da R4 e em relação à R2, a partir da R3. Tal comportamento foi similar para os dois modelos, não havendo interação entre os fatores. A diferença média entre os modelos de nado foi de  $15,0 \pm 1\%$ , com os valores de DC para o nado completo sempre maiores do que os valores de DC para o nado apenas com braçadas. A Figura 4 apresenta as diferenças percentuais de DC entre os modelos.

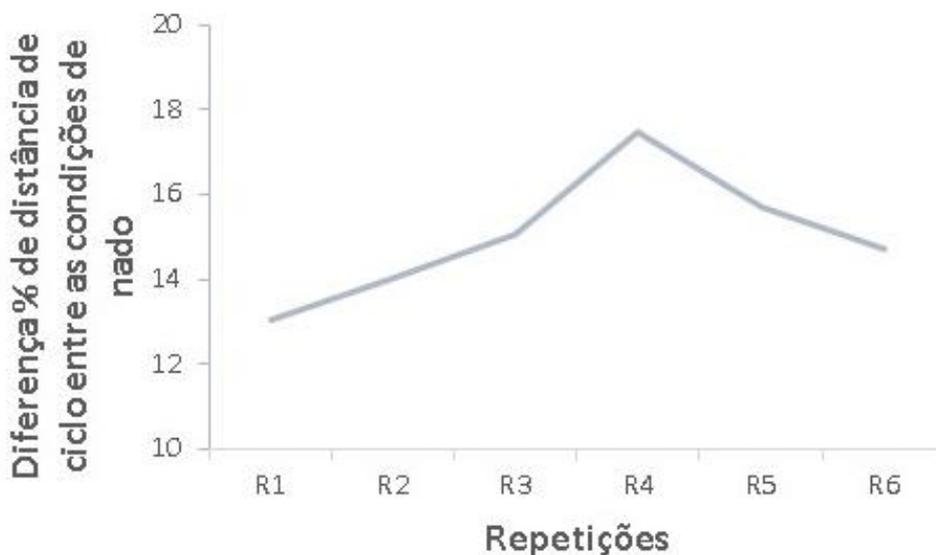


Figura 4 – Diferença percentual da distância média percorrida por ciclos de braçadas entre as duas condições de nado, para as seis intensidades (R1: muito baixa, R2: baixa, R3: média; R4: forte, R5: muito forte, R6: máxima);  $n = 23$ .

### 6.3 Velocidade de nado

A velocidade de nado, expressa em  $m \cdot s^{-1}$ , está apresentada na Figura 5 ao longo das repetições de diferentes intensidades, nas duas condições de nado (apenas braçadas e nado completo).

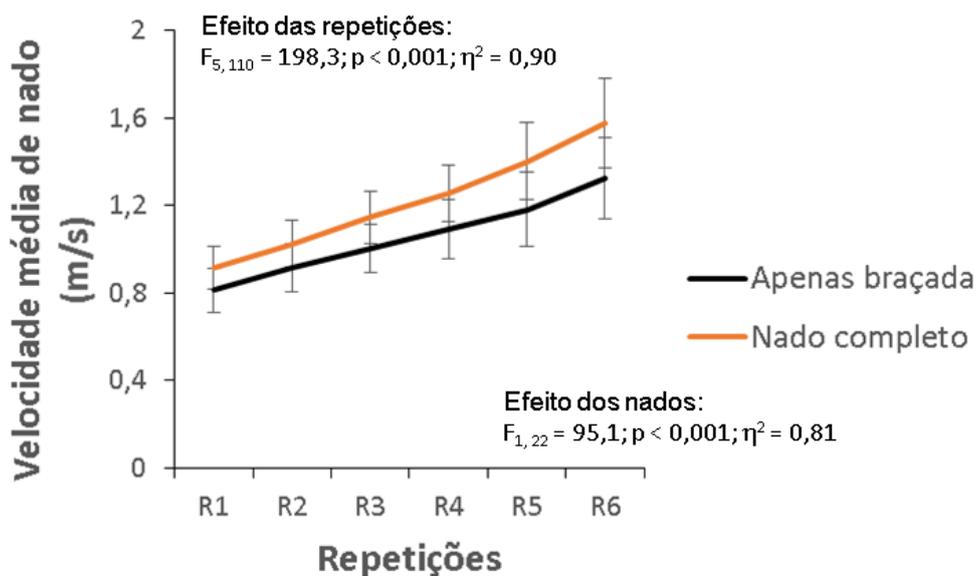


Figura 5 – Velocidade média de nado, entre as duas condições de nado, para as seis intensidades (R1: muito baixa, R2: baixa, R3: média; R4: forte, R5: muito forte, R6: máxima);  $n = 23$ .

Houve efeito estatístico do modelo de nado sobre a VN ( $F_{1, 22} = 95,1$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2 = 0,81$ ), maiores valores de VN sempre no nado completo. A VN aumentou ao passo que a intensidade aumentou ( $F_{5, 110} = 198,3$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2 = 0,90$ ), com incremento estatístico de VN a cada repetição. Tal comportamento foi similar para os dois modelos, não havendo interação entre os fatores. A diferença média entre os modelos foi de  $13,2 \pm 2,3\%$ , com os valores de VN para o nado completo sempre maiores do que os valores de VN para o nado apenas com braçadas. A Figura 6 apresenta as diferenças percentuais de velocidade a cada repetição, entre os dois modelos.

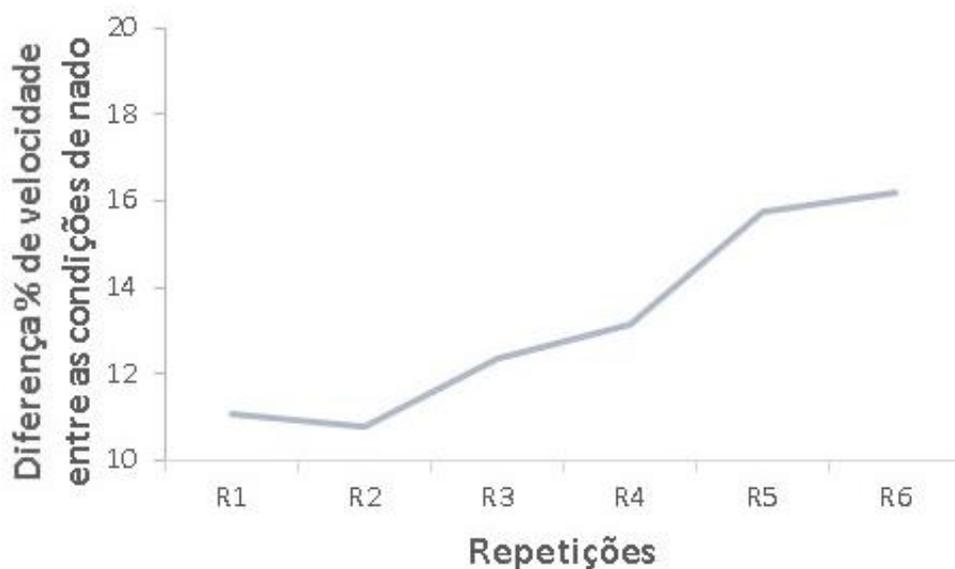


Figura 6 – Diferença percentual de velocidade média de nado entre as duas condições de nado, para as seis intensidades (R1: muito baixa, R2: baixa, R3: média; R4: forte, R5: muito forte, R6: máxima);  $n = 23$ .

#### 6.4 Mudanças nas variáveis conforme as intensidades dos testes

A fim de visualizar as mudanças encontradas sobre DC e VN, essas foram sintetizadas nas Tabelas 1 e 2 com a mudança ocorrida a cada comparação entre repetições.



## 7 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi identificar as mudanças no padrão cinemático do nado *crawl* com e sem o auxílio da pernada em repetições de 25 m nado *crawl* em seis diferentes intensidades. Diferenças foram avaliadas entre as repetições de 25 m com e sem pernada. Por meio da análise dos resultados, podemos observar e discutir os efeitos dos dois modelos de nado sobre os parâmetros cinemáticos a cada intensidade de nado.

Os valores de FC para o nado completo e o nado apenas braçadas são muito aproximados, sendo sem pernada ligeiramente maior em algumas repetições, porém, o tamanho do efeito do modelo de nado foi mínimo ( $\eta^2 = 0,057$ ), indicando que a pernada não foi capaz de alterar a FC. A maior diferença entre os modelos acontece na R4, em que a FC do nado apenas braçadas é maior, com uma diferença percentual de quase -6%. A diferença média ficou de  $-2,3 \pm 2,7\%$ , diferente de Gourgoulis *et al.* (2013), em que a FC do nado completo é maior do que apenas braçadas, em uma diferença de 5%, para repetições máximas de 25 m. Com isso, entende-se que a pernada não influencia a frequência de braçadas, mantendo-se o número médio de braçadas para cada situação seja com pernada ou sem.

Possivelmente a explicação para este comportamento esteja relacionada ao nível dos nadadores participantes deste estudo: quanto mais experientes, mais fácil se executar movimentos independentes entre os membros superiores e inferiores. Ou seja, quando um nadador é pouco experiente, ao utilizar uma alta frequência de pernadas, tende a incrementar, também a frequência de ciclos de braçadas. Ao passo que os nadadores do presente estudo eram muito experientes, talvez não sejam afetados por este comportamento. Embora tal associação não tenha sido estudada diretamente (FREUDENHEIM *et al.*, 2005), levanta-se esta hipótese para explicar esta resposta.

A DC para o nado completo foi sempre maior do que para o nado sem pernada, que diminui com diferença média entre os modelos de nado de  $15,0 \pm 1\%$ . O tamanho de efeito foi grande ( $\eta^2 = 0,78$ ). A maior diferença encontra-se na R4, em que chega quase a 18%. Conforme estudo de Gourgoulis *et al.* (2013), os valores de DC no nado completo em tiros máximos de 25 m realmente

mantêm-se acima dos valores para nado apenas braçadas. Possivelmente isso acontece por se tratar de nadadores experientes e, diferente de Bartolomeu *et al.* (2017), o auxílio propulsivo das pernas e de posicionamento do corpo causado pela pernada permite ao nadador se deslocar mais a cada ciclo de braçadas. Ou seja, mesmo que o nadador esteja realizando um nado em modelo coordenativo que tenha momento sem realizar propulsão pelos membros superiores, modelo de captura (CHOLLET, CHALIES e CHATARD, 2000), o movimento de pernas poderia compensar tal queda de aplicação de força propulsiva pelos membros superiores e, ao longo do ciclo, mesmo sem a aplicação de força pelos membros superiores, o corpo continua se deslocando à frente, o que incrementa a DC.

Os valores de VN encontrados no nado completo são sempre maiores do que no nado sem pernada, com grande tamanho de efeito ( $\eta^2 = 0,81$ ), com variação de  $13,2 \pm 2,3\%$ . Essa diferença começa a aumentar progressivamente a partir da R3, tendo seu pico na R6 que chega a cerca de 16%. Estudos (BUCHER, 1975; WATKINS & GORDON, 1983; DESCHODT *et al.*, 1999; GOURGOULIS *et al.*, 2013; MOUROUÇO *et al.*, 2015; MORRIS *et al.*, 2016) já mostraram que a VN aumenta quando se nada não somente com as braçadas, mas com execução das pernadas em conjunto, porém com diferença percentual entre 10 e 12%.

Conforme as tabelas apresentadas, percebemos que DC (Tabela 1) e a VN (Tabela 2) são sempre maiores no nado completo, apesar da frequência ser praticamente igual em ambos os modelos, o que demonstra a efetividade propulsiva da pernada, que apresenta média de 13% da contribuição no nado. Deste modo, pode-se observar que a execução das pernadas contribui de modo similar à propulsão final do nadador. Considerando que a propulsão final do nadador é a subtração entre a força propulsiva e o arrasto, não se pode estabelecer o quanto a execução das pernadas contribuiu para melhor posição do corpo e, assim, reduziu o arrasto e o quanto realmente contribuiu na propulsão. Considerando que a VN é o produto entre a FC e a DC, como não houve alteração significativa de FC entre os modelos, os maiores valores de VN encontrados para o nado completo são devidos aos maiores valores de DC.

Em relação as intensidades do teste, a frequência de ciclos de braçadas (FC) aumentou ao longo das repetições em ambos modelos de nado (nado apenas braçadas e nado completo), já que, com o aumento da intensidade, os nadadores realizam mais braçadas para nadar mais rápido. Para a distância percorrida por ciclo de braçadas (DC), ambos os modelos de nado apresentaram a mesma resposta de diminuição conforme aumento da intensidade. Esta relação já era esperada e foi previamente definida por Hay e Guimarães (1983).

Como esperado, a velocidade de nado (VN) aumenta ao longo das repetições em ambos modelos de nado já que foi solicitado aos atletas que realizassem velocidade progressiva a cada repetição. Para isso, em ambos modelos de nado, a frequência de ciclos de braçadas (FC) aumenta e a distância percorrida por ciclo de braçadas (DC) diminui. Levando em consideração que a velocidade de nado é o quociente da frequência pela distância, entende-se que os nadadores aumentaram a velocidade pelo aumento da FC.

Deste modo, é possível verificar que a variação absoluta de FC a cada repetição foi maior que a variação absoluta da DC, possibilitando o efeito agudo de incremento na VN (YANAI, 2003; MAZZOLA *et al.*, 2009). Apesar desta não ser a estratégia mais econômica e utilizada por nadadores de elite (CRAIG *et al.*, 1985; CAPPAERT *et al.*, 1995).

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização de seis repetições em intensidades diferentes de 25 m em nado *crawl* e seis repetições de 25 m do nado *crawl* sem pernada, concluiu-se que quando o nado é realizado de forma completa (braços e pernas) há alterações na cinemática do nado: (i) a velocidade de nado é maior em todas as intensidades, em comparação com o nado sem pernada, (ii) a DC é também maior no nado completo. Por outro lado, a FC não apresentou mudanças estatísticas entre os dois modelos de nado, portanto o padrão temporal de movimento das braçadas não muda ao realizar o nado sem pernada.

Observou-se que a estratégia adotada pelos nadadores foi de realizar mais braçadas para nadar mais rápido, independente da utilização das pernas ou não. Com isso, no nado completo, realizando o mesmo movimento propulsivo de braços do que no nado sem pernada, a DC e conseqüentemente a VN aumentaram pela efetividade da pernada em cerca de 13%, explicando a mudança na variável cinemática velocidade de nado do *crawl* sem pernada para o *crawl* completo.

Há poucos estudos que discorram sobre as diferenças entre nado com e sem pernada em relação à cinemática. Além disso, possivelmente o tempo de experiência na modalidade, que se reflete no nível técnico dos nadadores, pode ser um fator que deve ser melhor estudado.

## REFERÊNCIAS

BARTOLOMEU, Raul; COSTA, Mario; BARBOSA, Tiago. Velocidade segmentar na técnica de crol. In: **40º Congresso Técnico Científico da Associação Portuguesa de Técnicos de Nataçã**o, Gondomar, pp: 71-72, 2017.

BUCHER, W. The influence of the leg kick and the arm stroke on the total speed during the *crawl* stroke. **Swimming II**, University Park Press, Brussels, pp 180–187, 1975.

CAPPAERT, J. M.; PEASE, D. L.; TROUP, J. P. Three-dimensional analysis of the men's 100m freestyle during the 1992 Olympic Games. **Journal of Applied Biomechanics**, 1995.

CAPUTO, Fabrizio; OLIVEIRA, Mariana Fernandes M.; DENADAI, Benedito S.; GRECO, Camila C. Fatores intrínsecos do custo energético da locomoção durante a nataçã. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, vol. 12, n. 6, 2006.

CASTRO, Flávio Antônio; CORREIA, Ricardo; WIZER, Rossane. Adaptaçã ao meio aquático: características, forças e restriçõ. **Nataçã e atividades aquáticas: pedagogia, treino e investigaçã**, 2016.

CASTRO, Flávio Antônio de Souza; GUIMARÃES, Antônio Carlos S.; MORE, Felipe Collares; LAMMERHIRT, Henrique M.; MARQUES, Alexandre C. Cinemática do nado *crawl* sob diferentes intensidades e condições de respiraçã de nadadores e triatletas. **Revista Brasileira de Educaçã Física e Esporte**, v. 19, n. 3, p. 223-32, 2005.

CASTRO, F A.; MOTA, C B. Desempenho em 200 m nado *crawl* sob máxima intensidade e parâmetros cinemáticos do nado. **Revista Brasileira de Biomecânica**, Ano 9, n.17, novembro 2008.

CASTRO, F.A.S.; VILAS-BOAS, J.P.; GUIMARÃES, A.C.S. Effects of swimming intensity and breathing in front *crawl* body roll angles for swimmers and triathletes. **Brazilian Journal of Biomechanics**, ano 7, n.13, novembro 2006.

CHOLLET, D.; CHALIES, S.; CHATARD, J.C. A new index of coordination for the *crawl*: description and usefulness. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.21, n.1, p.54-9, 2000.

COHEN, J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**, 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, pp.281–285, 1988.

CORREIA, Ricardo de Assis. **Parâmetros antropométricos, fisiológicos e biomecânicos de nadadores em teste de 400 m nado *crawl*: comparações e correlações**. 2016. 101 f. Dissertaçã (Mestrado) - Escola de Educaçã Física, Fisioterapia e Dança, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

COUTO, José Guilherme; FRANKEN, Marcos; CASTRO, Flávio Antônio de Souza. Influence of different breathing patterns on front crawl kinematics. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.**, 2015.

CRAIG JR, A. B.; PENDERGAST, D. R.; Relationships of stroke rate, distance per stroke and velocity in competitive swimming. **Medicine and Science in Sports**, 1979.

CRAIG JR, A. B.; SKEHAN, P. L.; PAWELCZYK, J. A.; BOOMER, W. L. Velocity, stroke rate and distance per stroke during elite swimming competition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 1985.

DESCHODT, V.J.; ARSAC, L.M., ROUARD, A.H. Relative contribution of arms and legs in humans to propulsion in 25 m sprint front *crawl* swimming. **European Journal Applied Physiology**, 1999.

FRANKEN, M.; CARPES, F.P.; CASTRO, F.A.S. Cinemática do nado *crawl*, características antropométricas e flexibilidade de nadadores universitários. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, 15º CONGRESSO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE**, 2., 2007, Recife. Anais... Recife: CBCE, 2007.

FRANKEN, M.; DIEFENTHAELER, Fernando; CARPES, Felipe; CASTRO, Flávio A. Esforço percebido e cinemática em percentuais da velocidade crítica na natação. **Revista Motriz**, v. 17, n. 4, p. 708-718, 2011.

FRANKEN, M.; LUDWIG, R.; CARDOSO, T.; SILVEIRA, R.; CASTRO, F. Performance in 200m front *crawl*: coordination index, propulsive time and stroke parameters. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 18, n. 3, p. 311-321, 2016.

FREUDENHEIM, A.M.; BASSO, L.; XAVIER FILHO, E.; MADUREIRA, F.; SILVA, C.G.S.; MANOEL, E.J. Organização temporal da braçada do nado *crawl*: iniciantes “versus” avançados. **Revista brasileira de Ciência e Movimento**, 2005.

GOURGOULIS, V.; BOLI, A.; AGGELOUSSIS, N.; TOUBEKIS, A.; ANTONIOU, P.; KASIMATIS, P.; VEZOS, N.; MICHALOPOULOU, M.; KAMBAS, A.; MAVROMATIS, G. The effect of leg kick on sprint front *crawl* swimming. **Journal of Sports Sciences**, 2013.

HAY, J.; GUIMARÃES, A. C. S. A quantitative look at swimming biomechanics. **Swimming Technique**, 1983.

HOLLANDER, A.P.; TOUSSAINT, H.M.; RONDENBURG, A.; BEELEN, A.; SARGEANT, A.J.; VAN INGEN SCHENAU, G.J. Propelling efficiency of front-*crawl* swimming. **Journal of Applied Physiology**, 1988.

MAGLISCHO, E. W.; **Nadando Ainda Mais Rápido**. Editora Manole Ltda, 1999.

MAGLISCHO, E. W.; **Swimming Fastest**. Human Kinetics, 2003

MAZZOLA, Priscila Nicolao; JACQUES, Mariana Mozzaquatro; DA SILVA, Igor Fangueiro; CASTRO, Flávio Antônio de Souza. Cinemática do nado *crawl* de nadadores não-competitivos. **Revista Brasileira de Ciências do Movimento**, v. 16, 2009.

MINGHELLI, Fábio; CASTRO, Flávio Antônio de Souza. Kinematics parameters of *crawl* stroke sprinting through a training season. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 6, p. 62-64, 2006.

MOROUÇO, Pedro; MARINHO, Daniel; IZQUIERDO, Mikel; NEIVA, Henrique; MARQUES, Mario. Relative Contribution of Arms and Legs in 30 s Fully Tethered Front *Crawl* Swimming. **BioMed Research International**, 2015.

MORRIS, K.; OSBORNE, M.; SHEPHARD, M.; SKINNER, T.; JENKINS, D. Velocity, aerobic power and metabolic cost of whole body and arms only front *crawl* swimming at various stroke rates. **European Journal of Applied Physiology**, 2016.

OLIVEIRA, Thiago; APOLINÁRIO, Marcos; FREUDENHEIM, Andrea; CORRÊA, Umberto. Análise sistêmica do nado *crawl*. **Brazilian Journal of Motor Behavior**, vol. 4, n. 1, p. 15-21, 2009.

REIS, Jayme Werner dos. **Exercícios e habilidades aquáticas**. D.C. Luzzatto Editores LTDA, 1987.

SILVEIRA, Ricardo Peterson; CASTRO, Flávio A S; FIGUEIREDO, Pedro; VILAS-BOAS, João Paulo; ZAMPARO, Paola. The Effects of Leg Kick on the Swimming Speed and on Arm Stroke Efficiency in Front *Crawl*. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, 2016.

TOUSSAINT, H. M. Differences in propelling efficiency between competitive and triathlon swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 1990.

TOUSSAINT, H. M. & BEEK, P. J. Biomechanics of competitive front *crawl* swimming. **Sports Medicine**, 1992.

TOUSSAINT, H. M.; TRUIJENS, M. Biomechanical aspects of peak performances in human swimming. **Animal Biology**, 2005.

WAKAYOSHI, K.; D'ACQUISTO, L. J.; CAPPAERT, J. M.; TROUP, J. P. Relationship between oxygen uptake, stroke rate and swimming velocity in competitive swimming. **International Journal of Sports Medicine**, 1995.

WATKINS, J.; GORDON, A.T. The Effects of Leg Action on Performance in the Sprint Front *Crawl* Stroke. **Biomechanics and Medicine in Swimming**, 1983.

YANAI, T. Stroke frequency in front *crawl*: its mechanical link to the fluid forces required in non-propulsive directions. **Journal of Biomechanics**, 2003.

ZAMPARO, P.; GATTA, G.; PENDERGAST, D.; CAPELI, C. Active and passive drag: the role of trunk incline. **European Journal of Applied Physiology**, 2009.

## APÊNDICE

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Título da Pesquisa:** Cinemática do nado crawl: efeitos da pernada em diferentes intensidades de nado

Gostaria de lhe convidar a participar da pesquisa cujo objetivo é identificar as mudanças no padrão biomecânico do nado crawl com e sem o auxílio da pernada. Para coleta de dados serão realizadas 12 repetições de 25 m: seis em nado crawl completo e seis em nado crawl apenas com braçadas (AB), ambas as séries em seis intensidades diferentes. Serão aferidos dados biomecânicos de nado (frequência de ciclos de braçadas, distância percorrida por ciclo de braçadas e velocidade média de nado).

**Riscos:** são associados ao registro de imagens por câmeras. No entanto, haverá sigilo dos registros das imagens e resultados atrelados, sendo estes resultados utilizados apenas para fins científicos, mantendo-se a identidade de todos os participantes no anonimato. Após analisadas, as imagens serão apagadas.

**Benefícios:** serão fornecidos os resultados finais e a análise a todos os participantes.

Por favor, leia com atenção as informações descritas abaixo:

- 1) A minha participação na pesquisa iniciará após a leitura, o esclarecimento de possíveis dúvidas e do meu consentimento livre e esclarecido por escrito. A assinatura deste termo será em duas vias, permanecendo uma delas comigo.
- 2) Serei informado sobre os procedimentos da minha participação na pesquisa e receberei esclarecimento sobre as dúvidas que possam surgir dela.
- 3) As informações coletadas na pesquisa não serão vinculadas com a minha identidade, ou seja, permanecerá no anonimato.
- 4) A minha participação na pesquisa constará em ser assistido e realizar os testes descritos.
- 5) A minha participação na pesquisa será voluntária. Concordando ou recusando em participar, não obterei vantagens ou serei prejudicado. Não serei obrigado a aceitar, podendo interromper ou cancelá-los a qualquer momento. A minha participação na pesquisa não implicará no pagamento de qualquer taxa.
- 6) Necessitando quaisquer esclarecimentos sobre a pesquisa ou querendo cancelar a minha participação nela, entrarei em contato com o responsável pela pesquisa, Prof. Flávio Castro (fone 3308-5806). Qualquer dúvida ou esclarecimento relacionada a esta pesquisa, você poderá, ainda, entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (fone 3308-3738).

Porto Alegre, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2014.

Nome do colaborador: \_\_\_\_\_

Assinatura do colaborador: \_\_\_\_\_

Assinatura do pesquisador responsável: \_\_\_\_\_

Flávio de Souza Castro