



International Physical And Sport Education Federation
FIEP Bulletin On-line
ISSN-0256-6419 - Impresso
ISSN 2412-2688 - Eletrônico
www.fiepbulletin.net



Original Article

KINEMATIC ANALYSIS OF FRONT CRAWL SWIMMING WITH THE USE OF DIFFERENT EQUIPMENT

GABRIEL COSTA E SILVA¹, ANTHONY MÁRIO BATISTA DUARTE¹,
ANNALICE GINAID DE SOUSA¹, KEZIA MIGUEL MARTINS¹, FABRÍZIO DI
MASI², CARLOS EDUARDO MONTEIRO³, RODRIGO RODRIGUES DA
CONCEIÇÃO⁴, RENATO VIDAL LINHARES¹

¹ Laboratório de Ciência do Movimento Humano, Colégio Pedro II, Rio de Janeiro-RJ, Brazil.

² Laboratório de Fisiologia e Desempenho Humano, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brazil.

³ Laboratório de Fisiologia e Desempenho Humano (LFDH), UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ, Brazil.

⁴ Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP, São Paulo, Brazil.

Abstract

Objective: To analyze the kinematics of front crawl swimming (time, number of strokes, average speed, stroke rate, and stroke length), comparing responses with and without the use of different equipment (fins, paddles, and parachutes) in adolescent swimmers. **Methods:** Twenty swimmers (13.43 ± 1.86 years old) were randomly subjected to four conditions: a) control (no equipment); b) with fins; c) with paddles; d) with parachutes. Participants were instructed to swim at maximum speed over a 10-meter distance. **Results:** In males, differences in time and number of strokes were observed when comparing the parachute condition to the others. Stroke length differed between the control and paddles, as well as between parachutes and the other conditions. In females, differences were observed in time between control and fins, fins and paddles; in average speed between control and fins, fins and paddles; in stroke rate between fins and paddles, fins and parachutes; and in stroke length between control and paddles, as well as fins and paddles. **Conclusion:** The parachute increases crawl swimming time, stroke number, and stroke rate, while reducing average

speed and stroke length. Fins tend to increase stroke length, opposite to the number and rate, while fins reduce time and increase average speed.

Keywords: Swimming, Adolescents, Athletes, Biomechanics.

Article original

ANALYSE CINÉMATIQUE DE LA NAGE CRAWL AVEC L'UTILISATION DE DIFFÉRENTS ÉQUIPEMENTS

Abstrait

Objectif: Analyser la cinématique de la nage crawl (temps, nombre de bras, vitesse moyenne, fréquence de bras et longueur de bras), en comparant les réponses avec et sans l'utilisation de différents équipements (palmes, paddles et parachutes) chez des nageurs adolescents. **Méthodes:** Vingt nageurs ($13,43 \pm 1,86$ ans) ont été soumis de manière aléatoire à 4 situations : a) contrôle (sans équipement) ; b) avec palmes ; c) avec paddles ; d) avec parachutes. Les participants devaient nager à vitesse maximale sur une distance de 10 mètres. **Résultats:** Chez les hommes, des différences ont été observées en ce qui concerne le temps et le nombre de bras entre la situation avec parachute et les autres. La longueur de bras différait entre le contrôle et paddles, ainsi qu'entre parachutes et autres conditions. Chez les femmes, des différences ont été montrées dans le temps entre contrôle et palmes, palmes et paddles ; dans la vitesse moyenne entre contrôle et palmes, paddles ; dans la fréquence de bras entre palmes et paddles, palmes et parachutes ; et dans la longueur de bras entre contrôle et paddles, ainsi qu'entre paddles et palmes. **Conclusion:** Le parachute augmente le temps de nage crawl, le nombre et la fréquence de bras, tout en réduisant la vitesse moyenne et la longueur de bras. Les palmes tendent à augmenter la longueur de bras, contrairement au nombre et à la fréquence, tandis que les palmes réduisent le temps et augmentent la vitesse moyenne.

Mots-clés: Natation, Adolescents, Athlètes, Biomécanique.

Artículo original

ANÁLISIS CINEMÁTICO DEL NADO CROL CON EL USO DE DIFERENTES EQUIPOS

Resumen

Objetivo: Analizar la cinemática del nado crol (tiempo, número de brazadas, velocidad media, frecuencia de brazadas y longitud de brazadas), comparando las respuestas con y sin el uso de diferentes equipos (aletas, palas y paracaídas) en nadadores adolescentes. **Métodos:** Veinte nadadores ($13,43 \pm 1,86$ años) fueron sometidos, de forma aleatoria y aleatoria, a 4 situaciones: a) control (sin uso de equipo); b) con aletas; c) con palas; d) con paracaídas. Los participantes debían nadar a máxima velocidad, recorriendo una distancia de 10 metros. **Resultados:** En el sexo masculino, en relación con el tiempo y el número de brazadas, se observaron diferencias al comparar la situación con paracaídas con las demás situaciones. En cuanto a la longitud de brazada, hubo diferencias entre la situación control y las palas, así como entre la situación con paracaídas y las demás. Además, en el sexo femenino, se demostraron diferencias en el tiempo entre control y aletas, entre aletas y palas; en la velocidad media entre control y aletas, aletas y palas; en la frecuencia de brazadas entre las situaciones con aletas y palas, y entre aletas y paracaídas; y en la longitud de brazadas entre control y palas, así como entre aletas y palas. **Conclusión:** El paracaídas aumenta el tiempo del nado crol, el número y la frecuencia de brazadas, reduciendo la velocidad media y la longitud de las brazadas. Por otro lado, las palas tienden a aumentar la longitud de las brazadas, en contraste con el número y la frecuencia, mientras que las aletas reducen el tiempo y aumentan la velocidad media.

Palabras clave: Natación, Adolescentes, Atletas, Biomecánica.

Artigo Original

ANÁLISE CINEMÁTICA DO NADO CRAWL COM USO DE DIFERENTES EQUIPAMENTOS

Resumo

Objetivo: Analisar a cinemática do nado crawl (tempo, número de braçadas, velocidade média, frequência de braçadas e comprimento de braçadas), comparando as respostas com e sem o uso de diferentes equipamentos (nadadeira, palmar e paraquedas) em nadadores adolescentes. **Métodos:** Vinte nadadores ($13,43 \pm 1,86$ anos) foram submetidos, de forma aleatória e randômica a 4 situações: a) controle (sem uso de equipamento); b) com nadadeiras; c) com palmar e; d) com paraquedas. Os participantes deveriam nadar em máxima velocidade, passando por um percurso de 10m. **Resultados:** No sexo masculino, em relação ao tempo e número de braçadas observou-se diferenças na comparação entre a situação com paraquedas e as demais situações, no comprimento de braçada entre a situação controle vs. palmar, bem como na situação paraquedas com as demais. Além das observadas no sexo masculino, no sexo feminino foram demonstradas diferenças no tempo entre a situação controle vs. nadadeira, nadadeira vs. palmar, na velocidade

média entre a situação controle vs. nadadeira, nadadeira vs. palmar, na frequência de braçadas entre as situações com nadadeira vs. palmar e nadadeira vs. paraquedas e no comprimento de braçadas entre a situação controle vs. palmar, bem como entre a situação nadadeira vs. palmar. **Conclusão:** O paraquedas aumenta o tempo do nado crawl, o número e frequência de braçadas, reduzindo a velocidade média e comprimento das braçadas. Já o palmar tende a aumentar o comprimento das braçadas, opostamente ao número e frequência, ao passo que as nadadeiras reduzem o tempo e aumentam a velocidade média.

Palavras-chave: Natação, Adolescentes, Atletas e Biomecânica.

Introdução

A cinemática estuda o tamanho, o sequenciamento e a cronologia do movimento, ou seja, é o estudo da descrição do movimento, no espaço e no tempo (ROSSI, 2018). Na natação, diversos estudos (PEREIRA et al., 2006; ALBERTY et al., 2009; BARBOSA et al., 2011; VAN HOUWELINGEN et al., 2019) buscaram compreender o efeito de componentes da técnica do nado crawl, levando em consideração as variáveis cinemáticas, como: velocidade média, frequência de braçadas e comprimento de braçadas.

Durante o treinamento da natação, dependendo dos objetivos propostos, diversos equipamentos são utilizados para gerar uma melhora de performance e buscar ajustes técnicos do nado. Desde os mais tradicionais, como a prancha e o *pullbuoy*, até outros como a nadadeira, o palmar e o paraquedas (LEMOS et al. 2020). Apesar do grande número de estudos (EAST, 1970; GATTI et al., 2004; CASTRO et al., 2005; DEMINICE et al., 2007; GOURGOULIS et al., 2009; MESSINIS et al., 2014; TELLES et al., 2015; MATOS, BARBOSA e CASTRO, 2013; THOMAS, 2017; VOLTOLINI et al., 2017; TSUNOKAWA et al. 2019) analisarem o desempenho do nado com o uso de diferentes equipamentos, em adolescentes das categorias de base, muito pouco se sabe.

Com isso, percebe-se uma dificuldade para os profissionais que trabalham na formação de atletas de natação sobre o real efeito do uso de equipamentos no desempenho esportivo. Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo analisar a cinemática do nado crawl (tempo, número de braçadas, velocidade média, frequência de braçadas e comprimento de braçadas) e comparar as respostas com e sem o uso de diferentes equipamentos (nadadeira, palmar e paraquedas), com o intuito de apoiar na escolha do melhor material de acordo com os propósitos do planejamento dos treinamentos.

Métodos

Participantes

O estudo foi composto por vinte atletas (n = 20) da equipe de Natação do Projeto de Extensão “Natação e Esportes em Águas Abertas” do Colégio Pedro II, sendo 11 homens e 9 mulheres. Este estudo é oriundo do trabalho de Iniciação Científica Junior do Colégio Pedro II. Todos os alunos responderam e assinaram ao

termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), bem como seus respectivos responsáveis legais de acordo com a Resolução 647/2022 do Conselho Nacional de Saúde. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética na Pesquisa da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (protocolo nº 208/2021).

Tabela 1. Dados descritivos da amostra.

Geral (n = 20)	Estatura	Envergadura	Massa	IMC	Idade
<i>Média</i>	166,02	170,95	61,46	21,99	13,43
<i>DP</i>	11,54	11,96	14,85	3,18	1,86
Homens (n = 11)					
<i>Média</i>	172,75	177,83	69,08	22,9	14,71
<i>DP</i>	8,98	10,11	15,00	3,57	1,88
Mulheres (n = 9)					
<i>Média</i>	159,3	163,75	53,85	21,08	12,44
<i>DP</i>	10,01	9,74	10,58	2,61	1,13

DP = Desvio padrão; IMC = Índice de Massa Corporal.

A amostra foi selecionada por conveniência, onde os critérios de inclusão eram: ser da equipe representativa do Colégio Pedro II, estar treinando regularmente há pelo menos 1 ano, ter experiência prévia em competições oficiais e estar familiarizado aos equipamentos utilizados no estudo. Já os critérios de exclusão foram: possuir histórico recente de lesões, não possuir atestado médico para prática de exercícios em alta intensidade, ter mais de 18 anos, ter interrompido o programa de treinamento nos últimos 2 meses.

Procedimentos Experimentais

Inicialmente, todos os alunos foram submetidos à avaliação antropométrica envolvendo as medidas de estatura, envergadura, massa corporal total (MCT) e índice de massa corporal (IMC) (Tabela 1).

Para medida da estatura, adotou-se o plano de Frankfurt. Já para envergadura, o participante se posicionava, em pé, de frente para a parede, com os braços em abdução à 90° em relação ao tronco, cotovelos estendidos e antebraço supinado, medindo-se a distância entre as extremidades dos dedos médios da mão esquerda para direita. Para ambas as medidas descritas utilizou-se uma fita antropométrica de precisão 0,1 cm. Já as medidas de MCT e IMC, utilizou-se uma balança de bioimpedância modelo Hbf-226 (Omron, Japão).

Em dias não consecutivos, os participantes foram distribuídos de forma aleatória (por sorteio) e randômica em uma situação controle (sem uso de nenhum equipamento) e três experimentais (uso nadadeiras, palmar e paraquedas). Os

[Digite texto]

participantes deveriam nadar em máxima velocidade, passando por um percurso de 10m demarcado por boias e cones, conforme imagem abaixo (Figura 4). As medidas eram iniciadas quando o participante passava com a cabeça da primeira boia e encerradas quando o participante passava a cabeça da segunda boia. Os participantes começavam a nadar 10m antes da primeira boia e eram orientados a continuar nadando forte até o final da piscina. O teste foi realizado em uma piscina de 50m de extensão x 22m de largura, do Complexo Esportivo do Campus São Cristóvão do Colégio Pedro II – RJ. Antes de iniciar os testes, todos os participantes foram orientados a nadar 400 metros de nado crawl com finalidade de aquecimento, em intensidade nível I própria para aquecimento (Mujika et al. 1995; Maglischo, 2003; Pessoa, 2014).

O paraquedas utilizado possuía 30cm x 30cm, tamanho G (FFesportes, Brasil). O palmar utilizado foi um Power Padle com 21,5cm x 20,5cm tamanho G (Speedo, Austrália). As nadadeiras utilizadas foram modelo Powerfin (Azul Esportes, Brasil) de acordo com o tamanho do pé de cada participante (P - 34/36 M - 37/39 G - 40/42).



Figura 1. Paraquedas.



Figura 2. Palmar.



Figura 3. Nadadeiras.



Figura 4. Trajeto de 10m que o participante deveria percorrer nadando.

[Digite texto]

Foram mensuradas as seguintes variáveis cinemáticas do nado:

- Tempo: com o uso de um cronômetro profissional VL515 (Vollo, Brasil) marcou-se o tempo de duração para completar o percurso;
- Número de braçadas: contou-se o número de braçadas utilizadas para completar o percurso estabelecido;
- Velocidade média: foi obtida através da relação entre o espaço (10m) e o tempo de duração para completar o percurso ($V_m = \text{Distância}/\text{tempo}$);
- Frequência de braçadas: foi obtida através da relação do número de ciclos (uma braçada completa e até a entrada da outra braçada) pelo tempo de duração para completar o percurso;
- Comprimento de braçadas: distância percorrida durante um ciclo de braçada, que foi obtida pela divisão da velocidade média pela frequência de braçada (HAY, 1981).

Os testes foram filmados com uma câmera GoPro (Hero 8, Estados Unidos) e com um *smartphone* S20 FE (Samsung, Coreia do Sul). O *software* Kinovea v8.15 foi utilizado para congelar a imagem e garantir a aferição correta das variáveis mencionadas acima através das ferramentas de *grade* e *zoom*, conforme a imagem abaixo (Figura 5).

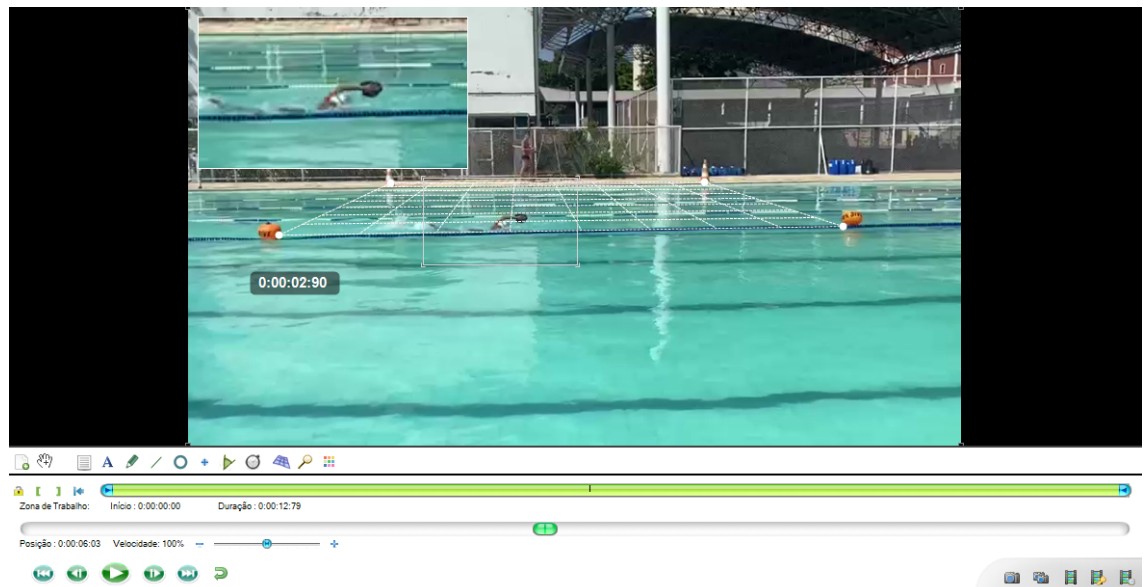


Figura 5. Imagem retirada do *software* Kinovea.

Análise Estatística

Após analisar a normalidade dos dados descritivos da amostra através do teste de Kolmogorov-Smirnov, observou-se uma curva normal dos dados descritivos da amostra, demonstrando que os valores eram oriundos de uma distribuição gaussiana, levando-nos a adotar uma estatística paramétrica. Neste sentido, foi realizado uma ANOVA *one-way* com *post-hoc* de Tukey para comparação das médias e desvio padrões do tempo, número de braçadas, velocidade média, frequência de braçadas e comprimento de braçadas entre as diferentes situações (controle vs. nadadeira vs. palmar vs. paraquedas). As análises foram feitas de maneira separada em relação ao sexo dos participantes (masculino e feminino). O *software* utilizado para as análises foi o GraphPad Prism v.5 e o nível crítico de significância adotado foi de $p < 0,05$.

Resultados:

No sexo masculino, em relação ao tempo para percorrer o trajeto, observamos diferenças significativas na comparação entre a situação controle vs. paraquedas ($7,06 \pm 0,78$ vs. $11,35 \pm 2,51$; $p < 0,0001$), nadadeira vs. paraquedas ($6,19 \pm 0,81$ vs. $11,35 \pm 2,51$; $p < 0,0001$) e palmar vs. paraquedas ($6,95 \pm 0,92$ vs. $11,35 \pm 2,51$; $p < 0,0001$), conforme ao gráfico A da Figura 6. Em relação ao número de braçadas, também observamos diferenças significativas na comparação entre a situação controle vs. paraquedas ($13,50 \pm 2,01$ vs. $18,00 \pm 2,82$; $p < 0,0001$), nadadeira vs. paraquedas ($11,44 \pm 1,94$ vs. $18,00 \pm 2,82$; $p < 0,0001$) e palmar vs. paraquedas ($11,33 \pm 1,17$ vs. $18,00 \pm 2,82$; $p < 0,0001$), conforme o gráfico B da Figura 6. Em relação a velocidade média, observamos diferenças significativas na comparação entre a situação controle vs. paraquedas ($1,43 \pm 0,15$ vs. $0,91 \pm 0,19$; $p < 0,0001$), nadadeira vs. paraquedas ($1,63 \pm 0,20$ vs. $0,91 \pm 0,19$; $p < 0,0001$) e palmar vs. paraquedas ($1,46 \pm 0,19$ vs. $0,91 \pm 0,19$; $p < 0,0001$), conforme o gráfico C da Figura 6. Em relação a frequência de braçadas, não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) na comparação entre as diferentes situações, conforme o gráfico D da Figura 6. Em relação ao comprimento de braçadas, ainda no sexo masculino, observamos diferenças significativas na comparação entre a situação controle vs. palmar ($1,61 \pm 0,25$ vs. $2,04 \pm 0,58$; $p < 0,05$). Assim como diferenças significativas foram observadas entre a situação controle vs. paraquedas ($1,61 \pm 0,25$ vs. $1,17 \pm 0,19$; $p < 0,05$), nadadeira vs. paraquedas ($1,84 \pm 0,29$ vs. $1,17 \pm 0,19$; $p < 0,0001$) e palmar vs. paraquedas ($2,04 \pm 0,58$ vs. $1,17 \pm 0,19$; $p < 0,0001$), conforme o gráfico E da Figura 6.

[Digite texto]

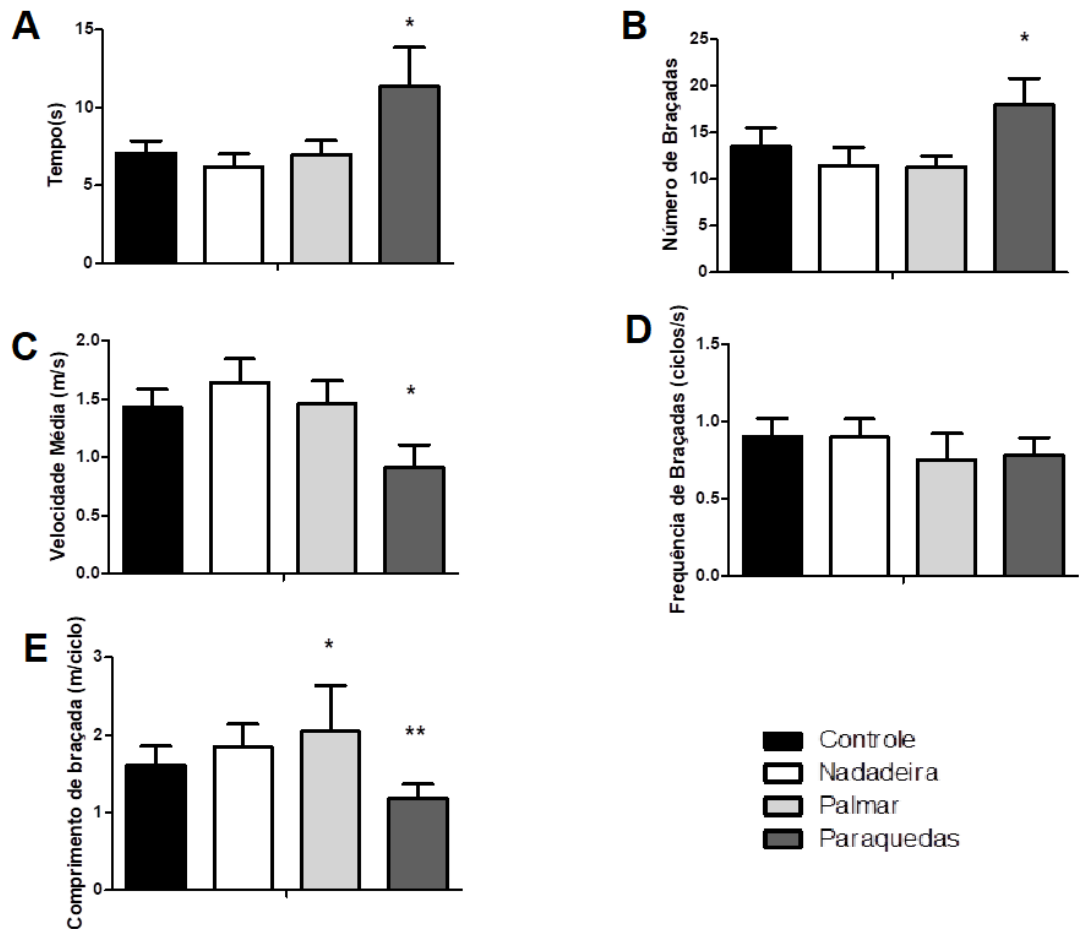


Figura 6. Média e desvio padrão dos valores de tempo, número de braçadas, velocidade média, frequência de braçadas e comprimento de braçadas no sexo masculino para percorrer o trajeto de 10m.

Ao analisar os resultados do tempo para percorrer o trajeto no sexo feminino, observamos diferenças significativas entre a situação controle vs. nadadeira ($7,97 \pm 0,94$ vs. $6,70 \pm 0,57$; $p < 0,01$), controle vs. paraquedas ($6,97 \pm 0,94$ vs. $13,53 \pm 0,43$; $p < 0,0001$), nadadeira vs. palmar ($6,70 \pm 0,57$ vs. $7,64 \pm 0,76$; $p < 0,05$) nadadeira vs. paraquedas ($6,70 \pm 0,57$ vs. $13,53 \pm 0,43$; $p < 0,0001$) e palmar vs. paraquedas ($7,64 \pm 0,76$ vs. $13,53 \pm 0,43$; $p < 0,0001$), conforme o gráfico A da Figura 7. Em relação ao número de braçadas, observamos diferenças significativas na comparação entre a situação controle vs. paraquedas ($11,25 \pm 0,95$ vs. $16,75 \pm 0,73$; $p < 0,0001$), nadadeira vs. paraquedas ($10,75 \pm 0,95$ vs. $16,75 \pm 0,73$; $p < 0,0001$) e palmar vs. paraquedas ($9,75 \pm 0,95$ vs. $16,75 \pm 0,73$; $p < 0,0001$), conforme o gráfico B da Figura 7. Em relação a velocidade média, observamos diferenças significativas na comparação entre a situação controle vs. nadadeira ($1,26 \pm 0,14$ vs. $1,50 \pm 0,12$; $p < 0,0001$), controle vs. paraquedas ($1,26 \pm 0,14$ vs. $0,73 \pm 0,02$; $p < 0,0001$), nadadeira

[Digite texto]

vs. palmar ($1,50 \pm 0,12$ vs. $1,31 \pm 0,12$; $p < 0,05$), nadadeira vs. paraquedas ($1,50 \pm 0,12$ vs. $0,73 \pm 0,02$; $p < 0,0001$) e palmar vs. paraquedas ($1,31 \pm 0,12$ vs. $0,73 \pm 0,02$; $p < 0,0001$), conforme o gráfico C da Figura 7. Em relação a frequência de braçadas, observamos diferenças significativas entre as situações com nadadeira vs. palmar ($0,78 \pm 0,12$ vs. $0,59 \pm 0,13$; $p < 0,01$) e nadadeira vs. paraquedas ($0,78 \pm 0,12$ vs. $0,58 \pm 0,11$; $p < 0,01$), conforme o gráfico D da Figura 7. Em relação ao comprimento de braçadas, ainda no sexo feminino, observamos diferenças significativas na comparação entre a situação controle vs. palmar ($1,84 \pm 0,19$ vs. $2,27 \pm 0,30$; $p < 0,01$), bem como entre a situação controle vs. paraquedas ($1,84 \pm 0,19$ vs. $1,29 \pm 0,26$; $p < 0,0001$). Diferenças significativas também foram observadas entre as situações nadadeira vs. palmar ($p < 0,05$), nadadeira vs. paraquedas ($1,93 \pm 0,17$ vs. $1,29 \pm 0,26$; $p < 0,0001$) e palmar vs. paraquedas ($2,27 \pm 0,30$ vs. $1,29 \pm 0,26$; $p < 0,0001$), conforme o gráfico E da Figura 7.

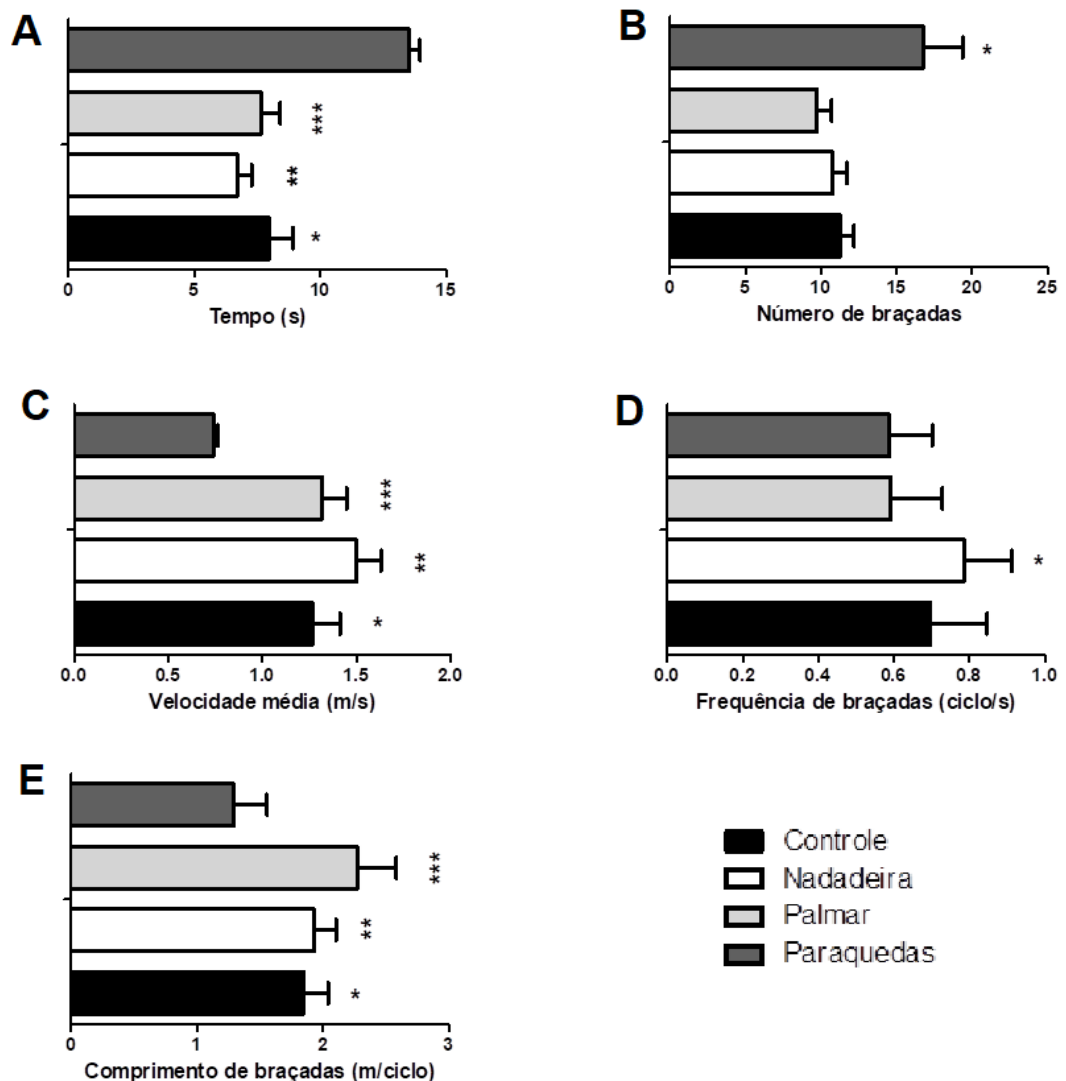


Figura 7. Média e desvio padrão dos valores do tempo, número de braçadas, velocidade média, comprimento de braçadas e frequência de braçadas no sexo feminino para percorrer o trajeto de 10m.

Discussão

Os principais resultados da presente pesquisa indicam que o uso de equipamentos altera de forma significativa a cinemática do nado crawl em adolescentes das categorias petiz e infantil em ambos os sexos.

Atualmente, existem algumas competições dentro e fora do *lifesaving* onde o uso de nadadeira é liberado e em média os tempos das provas são substancialmente mais baixos. Atletas e treinadores relataram efeito positivo durante as sessões de treinamento. De acordo com os estudos de Zamparo et al. (2002) e Zamparo et al. (2006), as nadadeiras são capazes de aumentar a propulsão do nado, tornando-o mais eficiente. No presente estudo, não se encontrou diferença significativa para as variáveis cinemáticas analisadas no sexo masculino, provavelmente em função de um maior desvio-padrão entre as médias. Porém, percebeu-se uma tendência geral da nadadeira aumentar a velocidade média do nado, especialmente por reduzir o tempo de descolamento. No sexo feminino, o presente estudo demonstrou aumento significativo da velocidade média do nado com uso de nadadeiras na comparação com a situação controle. Averianova et al., (2016), verificou um aumento da frequência de braçadas no nado borboleta com o uso de nadadeiras, ao analisar jovens nadadores de ambos os sexos. Essas alterações precisam ser melhor investigadas, pois o uso de um implemento pode alterar o padrão coordenativo, inclusive entre os sexos, pois além das restrições impostas pelo material na tarefa, há restrições do organismo em função do sexo (SEIFERT et al., 2008).

Em relação ao palmar, a presente pesquisa permitiu inferir que ele tende a aumentar o comprimento de braçada e diminuir o seu número e frequência. Tais achados corroboram o estudo de Gourgoulis et al. (2009), o qual envolveu dez nadadoras, onde o palmar demonstrou aumentar o comprimento da braçada e a velocidade do nado, além de diminuir a frequência da braçada no nado crawl. Tsunokawa et al. (2019) ao analisarem oito nadadores, utilizando sensores de pressão e filmagem subaquática, com e sem a utilização do palmar em diferentes velocidades do nado crawl, identificaram que o uso do palmar reduziu a frequência de braçada (FB) e aumentou a força propulsiva.

Contudo, alguns equipamentos importantes no treinamento, a despeito dos positivos efeitos crônicos, podem interferir de forma negativa no desempenho do nado. Nesta direção, em relação ao uso do paraquedas, o presente estudo encontrou diferenças significativas na comparação com as demais situações estudadas (controle, nadadeira e palmar), em ambos os sexos. Neste caso, o uso de paraquedas aumentou o tempo de nado, o número e a frequência de braçadas e diminuiu a velocidade média e o comprimento de braçadas. A água é um meio fluido com sua densidade de cerca de 997 kg/m^3 (SIQUEIRA et al., 2022) e, existindo forças que atuam sob o corpo que está imerso em deslocamento, como por exemplo a força de arrasto, que é a força realizada pela água na direção contrária ao nadador. Logo, o uso do paraquedas, por aumentar o arrasto, proporciona as alterações na cinemática do nado crawl observadas através do experimento em voga.

Apesar do presente estudo testar apenas o uso de nadadeiras, palmar e paraquedas, de acordo com o estudo Barbosa et al. (2010), que analisou os efeitos do uso de snorkel sobre a cinemática dos nados peito e crawl em 13 nadadores em nível nacional, observaram a diminuição da velocidade em ambos os estilos nadados. Os autores atribuíram este efeito ao aumento da força de arrasto (KJENDLIE et al., 2003), que segundo Toussaint et al. (1987), pode representar um aumento de até 10%.

Novos estudos devem ser realizados levando em consideração o ajuste de tais limitações, acrescidas mensurações dos componentes da aptidão física relacionado ao desempenho das variáveis testadas, respostas hemodinâmicas, respiratórias, autonômicas, bem como filmagens subaquáticas para avaliações biomecânicas mais elaboradas. Além disso, experimentos que investiguem o uso de equipamentos combinados, tal como usualmente é utilizado em sessões de treinamento, podem responder importantes questões para a ciência do treinamento esportivo da natação.

Pontos fortes e limitações do estudo

O presente estudo é o primeiro na literature a comparar as respostas cinemáticas do nado crawl com uso de diferentes equipamentos em atletas adolescentes. Entretanto, algumas limitações podem ter influenciado em determinado nível a interpretação das respostas do presente estudo, como por exemplo, os níveis hormonais e indicadores de maturação sexual não foram coletados. Outro aspecto importante a ser ressaltado, se refere ao fato de os participantes do estudo possuírem tamanhos de pés e, conseqüentemente, nadadeiras com dimensões variadas. Estudos na área de *lifesaving* demonstram que nadadeiras de maior comprimento são mais

eficazes em aumentar a velocidade do deslocamento na água (ZAMPARO et al., 2005; ABRALDES et al., 2010).

Conclusão

Conclui-se que o uso do equipamento paraquedas aumenta o tempo do nado crawl, assim como o número e frequência de braçadas, reduzindo a velocidade média e comprimento das braçadas. Além disso, o palmar parece possuir efeito positivo no comprimento de braçadas, opostamente ao número e frequência de braçadas, ao passo que as nadadeiras reduzem o tempo e aumentam a velocidade média do nado crawl em nadadores das categorias petiz e infantil.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer aos atletas da equipe de Natação do Colégio Pedro II pela disponibilidade e comprometimento para participar do estudo, bem como a Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II (PROPGPEC), responsável pelo programa de Iniciação Científica tão importante para realização do presente estudo. Por fim, mas não menos importante, deixamos nosso agradecimento a direção do Campus São Cristóvão II pelo suporte na implantação do Laboratório de Ciência do Movimento Humano para o desenvolvimento das atividades científicas.

Declaração de conflito de interesses

Não nenhum conflito de interesses no presente estudo.

Declaração de financiamento

A presente pesquisa não recebeu nenhum financiamento.

Referências

ABRALDES, J. A., FERNANDES, R. J., FERNANDES, R. J., SOARES, S., LIMA, A. B, VILAS-BOAS, J. P. Assessment of A Lifesaver`s Instantaneous Velocity in Mannequin Carry using Diferent Types of Fins. **The Open Sports Sciences Journal**, v. 3, n. 1, p. 19-21, 2010.

ALBERTY, M., SIDNEY, M., PELAYO, P., TOUSSAINT, H. M. Stroking Characteristics during Time to Exhaustion Tests. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 637-644, 2009.

AVERIANOVA, A.; NIKODELIS, T.; KONSTANTAKOS, V.; KOLLIAS, I. Rotational kinematics of pelvis and upper trunk at butterfly stroke: Can fins affect the dynamics of the system? **Journal of Biomechanics**, v. 49, n. 3, p. 423–428, fev. 2016.

BARBOSA, F. M., SOUZA, W. Y. G., SILVA, R. P., ROCHA, M., GUEDES JR., D. P. efeitos de um programa de natação, com e sem nadadeiras, na aprendizagem do nado crawl e composição corporal de jovens portadores da síndrome de down. **Fiep Bulletin - Online**, v. 81, n. 1, 2011.

BARBOSA, T., SILVA, A. J., REIS, A. M., COSTA, M., GARRIDO, N., POLICARPO, F., REIS, V. M. Kinematical changes in swimming front crawl and breaststroke with the AquaTrainer® snorkel. **European Journal of Applied Physiology**, v. 109, p. 1155–1162, 2010.

CASTRO, Flávio Antônio de Souza et al. Cinemática do nado crawl sob diferentes intensidades e condições de respiração de nadadores e triatletas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 19, n. 3, p. 223–232, 2005.

DEMINICE, R., PAPOTTI, M., ZAGATTO, A. M., PRADO JÚNIOR, M. V. Validade do teste de 30 minutos (T-30), na determinação da capacidade aeróbia, parâmetros de braçada e performance aeróbia de nadadores treinados. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 3, p. 195-199, 2007.

EAST, D. E. Swimming: an analysis of stroke frequency, stroke lenght and performance. **New Zealand Journal of Health, Physical Education and Recreation**, v. 3, p.16-27, 1970.

GATTI, R. G. O., ERICHSEN, A. O., MELO, S. I. L. Respostas fisiológicas e biomecânicas de nadadores em diferentes intensidades de nado. **Revista Brasileira de Cineantropometria Desempenho Humano**, v. 6, n. 1, p. 26-35, 2004.

GOURGOULIS, Vassilios et al. The influence of hand paddles on the arm coordination in female front crawl swimmers. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 3, p. 735-740, 2009.

HAY, J. G. **Biomecânica das técnicas desportivas**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana; 1981.

KJENDLIE, P. L., STALLMAN, R., STRAY-GUNDERSEN, J. **Influences of breathing valve on swimming technique**. In: Chatard JC (ed) Biomechanics and Medicine in Swimming IX. University of SaintEtienne, Saint-Etienne, pp 69–73, 2003.

LEMOES, L.J.C.S., VOLTAN, D.Z. Auxiliary equipment and performance in swimming: a systematic review. **Jornal Interdisciplinar de Biociências**, v.5, n.1, 2020.

MATOS, C. C. de; BARBOSA, A. C.; CASTRO, F. A. de S. Utilização de palmares e nadadeiras no nado crawl: respostas biomecânicas e fisiológicas. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 15, n. 3, 2013.

MESSINIS, S.; BEIDARIS, N.; MESSINIS, S.; SOULTANAKIS, H.; BOTONIS, P.; PLATANOU, T. Swimming Stroke Mechanical Efficiency and Physiological Responses of 100-m Backstroke with and without the use of paddles. **Journal of Human Kinetics**, v. 40, n. 1, p. 171–180, 2014.

MUJIK, I., CHATARD, J. C., BUSO, T., GEYSSANT, A., BARALE, F., LACOSTE, L. Effects of training on performance in competitive swimming. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 20, n. 4, p. 395-406, 1995.

PEREIRA, S., ARAUJO, L., FREITAS, E., GATTI, R., SILVEIRA, G., ROESLER, H. et al. Biomechanical analysis of turn in front crawl swimming. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v.6, p. 77-79, 2006.

SEIFERT, L. BOULESTEIX, L., CHOLLET, D., VILAS-BOAS, J.P. Differences in spatial-temporal parameters and arm–leg coordination in butterfly stroke as a function of race pace, skill and gender. **Human Movement Science**, v.27, Issue 1, p.96-111, 2008.

SIQUEIRA, A. M. O., KHECHEKHOUCE, A., CAMPOS, J. C. C., SILVA, G. S., CRUZ, M. L. Application of Stroke's Law: a didactic experiment in Transport Phenomena. **The Journal of Engineering and Exact Science**, v. 8, n. 5, p. 1-19, 2022.

THOMAS, E. M. A utilização de nadadeiras na natação. 2017. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

TELLES, T.; BARROSO, R.; BARBOSA, A. C.; SALGUEIRO, D. F. de S.; COLANTONIO, E.; JÚNIOR, O. A. Effect of hand paddles and parachute on

butterfly coordination. **Journal of Sports Sciences**, v. 33, n. 10, p. 1084–1092, 15 jun. 2015.

TOUSSAINT, H., MEULEMANS, A., DE GROOT, G., HOLLANDER, A. P., SCHREURS, A., VERVOON, K. Respiratory valve for oxygen uptake measurement during swimming. **European Journal of Applied Physiology**, v. 56, p. 363–366, 1987.

TSUNOKAWA, Takaaki et al. The effect of using paddles on hand propulsive forces and Froude efficiency in arm-stroke-only front-crawl swimming at various velocities. **Human Movement Science**, v. 64, n. March, p. 378–388, 2019.

VAN HOUWELINGEN, J.; SCHREVEN, S.; SMEETS, J. B.; CLERCX, H. J.; BEEK, P. J. Effective propulsion in swimming: grasping the hydrodynamics of hand and arm movements. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 33, n. 1, p. 87-100, 2017.

VOLTOLINI, Lucas de Assis et al. Análise de desempenho do nado crawl por meio da cinemetria. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 11, n. 69, p. 735–742, 2017.

ZAMPARO, P., PENDERGAST, D. R., TERMIN, B., MINETTI, A. E. Economy and efficiency of swimming at the surface with fins of different size and stiffness. **European Journal of Applied Physiology**, v. 96, n. 4, p. 549-570, 2006.

ZAMPARO, P., PENDERGAST, D. R., TERMIN, B., MINETTI, A. E. How fins affect the economy and efficiency of human swimming. **Journal of Experimental Biology**, v. 205, n. 17, p. 2665-2676, 2002.