

COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA BRAÇADA NO NADO CRAWL EM PISCINA E EM BANCO SIMULADOR DE NADO

COMPARISON OF THE STROKE PARAMETERS BETWEEN FRONT-CRAWL SWIMMING AND SWIM BENCH

Hayanna Larissa Lacerda Piovezan¹, Karini Borges dos Santos¹ e André Luis Felix Rodacki¹

¹Universidade Federal do Paraná, Paraná-PR, Brasil.

RESUMO

O banco de nado tem sido utilizado como treinamento complementar na natação, todavia, não há estudos que analisem tridimensionalmente a especificidade do movimento aplicado por este simulador terrestre de nado. O objetivo do estudo foi comparar as características da braçada no nado crawl e em banco de nado, assim como a simetria de movimento. Dez nadadores ($16 \pm 1,4$ anos) foram filmados em uma condição real de nado (50m) e uma simulação da braçada em banco de nado (30s) pela utilização de quatro câmeras GoPro Hero 4. Dimensões da braçada, velocidade da mão na fase subaquática e deslocamento do quadril foram analisados. Comparação entre testes e simetria de lados foi realizada por uma ANOVA two-way de medidas repetidas e frequência de braçada entre os testes foi analisada pelo test t de Student. Os nadadores foram simétricos em ambas as condições o que indica alto controle corporal e proficiência. As dimensões da braçada diferiram entre testes, explicado principalmente pela limitação de deslocamento, giro do tronco e quadril no banco de nado. A frequência de braçada e o padrão da velocidade subaquática da mão foram similares ($p > 0,05$) e justificam parcialmente o uso deste equipamento como treinamento complementar no seco para a modalidade, avaliação e acompanhamento de desempenho dos atletas.

Palavras-chave: Natação. Cinemática. Desempenho.

ABSTRACT

The swimming bench has been used as complementary training in swimming, however, there are no studies that analyze in three dimensions the specificity movement applied by this land-based swimming simulator. The aim of the study was to compare the stroke parameters of front-crawl swimming and swim-bench, as well as movement symmetry. Ten swimmers (16 ± 1.4 years) were filmed in a real swimming condition (50m) and a 30s swim bench stroke simulation using four GoPro Hero 4 cameras. Stroke dimensions, hand speed in the underwater phase and hip displacement were analyzed. Comparison between tests and sides symmetry was performed by two-way repeated measurements ANOVA and stroke rate between the tests was analyzed by Student's t-test. Swimmers showed a symmetrical characteristic in both conditions which indicates high body control and proficiency. The stroke dimensions differed between tests, mainly explained by the displacement limitation, trunk and hip rotation in the swim bench. The stroke rate and underwater hand speed pattern were similar ($p > 0.05$) and partially justify the use of this equipment as complementary land-based training, evaluation and control of the swimmers performance.

Keywords: swimming. Kinematics. Performance.

Introdução

O princípio da especificidade do treinamento pressupõe que todo o planejamento da temporada deve ser conduzido a partir da prova em que se deseja o melhor desempenho, respeitando o sistema energético predominante, o gesto motor realizado, a especificidade da atividade e as qualidades físicas impostas para um melhor rendimento¹.

Na natação competitiva de alto nível, além da preocupação com o sistema energético adequado para cada prova, há uma ênfase no trabalho da técnica e de força para movimentos característicos da modalidade, com o objetivo de alcançar um melhor desempenho²⁻⁴. Em busca de um menor gasto energético durante o nado, o desenvolvimento de força específica pode ser realizado tanto dentro quanto fora da piscina, em busca da maximização na propulsão por braçada⁵.

Para o treinamento de força fora da piscina foram propostos simuladores chamados de bancos de nado, os quais são caracterizados por: serem bancos inclinados móveis, com distâncias reguláveis, em que o atleta fica na posição horizontal, com o tronco apoiado, membros inferiores parcialmente fora do equipamento e os membros superiores ligados a dois apoios onde os nadadores posicionam as mãos, os quais estão ligadas por meio de cabos a um sistema mecânico constituído por dois carretos, que se interligam a um painel central, permitindo a simulação da braçada do nado⁶.

Os bancos de nado foram alvo de diversos estudos, especificamente no que se refere à sua utilização como: instrumento de avaliação de nadadores e estimador de desempenho, resposta mecânica a exercícios de caráter aeróbio, instrumento de treino de força e instrumento de avaliação e recuperação de nadadores lesionados⁷⁻⁹. Lopategui et al.¹⁰ afirmam que o banco de nado é o melhor ergômetro terrestre para treino e avaliação da força e da potência da ação dos membros superiores de nadadores em comparação com ergômetros de braços por ser o único que utiliza uma resistência que se acomoda as diferentes velocidades produzidas pelos nadadores¹⁰. Entretanto, não há muitos estudos que comparem a cinemática do nado na piscina e nos bancos de nado para verificar o quanto da especificidade do movimento é respeitada. Em adição, não são encontrados estudos que realizem uma análise cinemática 3D, a qual considere os movimentos laterais realizados na execução do nado.

Entre as possíveis variáveis utilizadas para análise cinemática tridimensional do desempenho do nado destacam-se: dimensões da braçada (amplitude anteroposterior, médiolateral e vertical), frequência de braçada, velocidade da mão e deslocamento do quadril¹¹⁻¹³. Assim, o objetivo central desse estudo foi comparar as características da braçada no nado crawl em piscina e em banco de nado. Em adição, as ações dos hemicorpos direito e esquerdo foram comparados para verificar simetria de braçada em ambos os testes, visto que o nado crawl depende das ações individualmente realizadas pelos hemicorpos direito e esquerdo e da equiparidade entre eles, cuja análise tem sido relacionada com o desempenho¹⁴. De fato, estudos apontam que nadadores mais habilidosos retratam maior simetria na aplicação de força entre braçadas¹⁴ e na rotação do corpo em função de um maior controle corporal¹⁵.

Observa-se na atualidade um crescente interesse dos clubes de natação competitiva de alto rendimento de investir para ampliação e modernização de suas estruturas a fim de igualá-las aos maiores centros de treinamento do mundo, comprando equipamentos como os bancos de nado. Técnicos e estudiosos do esporte se interessam em incluir este meio de exercício ao seu treinamento, muitas vezes sem entender o real benefício que este promove, sendo importante estudos que analisem o quanto estes simuladores se equiparam à natação convencional.

Métodos

Participantes

Foram convidados a participar da pesquisa dez atletas de natação, sendo cinco do sexo feminino (estatura média de $1,69 \pm 0,03\text{m}$ e envergadura $1,71 \pm 0,04\text{m}$) e cinco do sexo masculino (estatura média de $1,77 \pm 0,03\text{m}$ e envergadura $1,79 \pm 0,02\text{m}$), com experiência competitiva média de 7 anos na modalidade (desvio padrão $\pm 2,35$ anos). Todos os atletas eram finalistas de campeonato sul-brasileiro em suas categorias, com idades entre 15 a 20 anos (média de 16 anos e desvio padrão de $\pm 1,64$ anos).

Após a assinatura do termo de consentimento (ou assentimento pelos responsáveis, quando o caso), os atletas forneceram os seguintes dados: lado do membro superior dominante, lado em que realiza a respiração durante o nado, anos de experiência com natação competitiva e melhor marca nos 50 metros nado livre (“piscina longa”).

Este trabalho compreende parte de um projeto maior, com procedimentos aprovados pelo Comitê de Ética Institucional (CAAE: 30819514.3.0000.0102).

Instrumentos e Procedimentos

As medidas antropométricas estatura e envergadura foram realizadas com uma fita métrica com precisão de 0,1cm, enquanto o peso foi aferido em uma balança mecânica, marca Filizola[®], com precisão de 100 gramas.

A mensuração cinemática tridimensional da fase subaquática do nado foi realizada em uma piscina semiolímpica (25 metros de comprimento) por meio de: 4 câmeras *Go Pro Hero 4* com frequência de aquisição de 60 hertz (duas do lado esquerdo e duas do lado direito com ângulos aproximados de 90° entre si e com campo de visão ajustado na opção de abertura média - 127°); 4 tripés de alumínio para sustentar as câmeras; 4 caneleiras de 2 quilogramas cada para fixar os tripés ao fundo da piscina; caneta para quadro branco atóxica na cor preta para marcar os acidentes anatômicos selecionados para o estudo e uma estrutura para a calibragem em três dimensões em alumínio, com as seguintes medidas: 3,5 m de comprimento em X (com pontos de marcação a cada 1,75 m); 1 m de largura em Z (com pontos de marcação a cada 0,50 m) e 0,75 m de profundidade em Y (com pontos de marcação a cada 0,15 m), totalizando assim 54 pontos de calibragem.

A coleta do gesto tridimensional no banco de nado, foi realizada da mesma forma com: 4 câmeras *Go Pro Hero 4* com frequência de aquisição de 60 Hertz (2 do lado esquerdo e duas do lado direito com ângulos aproximados de 90° entre si); 4 tripés de alumínio para sustentar as câmeras. Os nadadores fizeram a simulação do nado em um banco simulador de nado *Vasa Trainer Ergometer*, e demarcados nos acidentes anatômicos previamente determinados, com caneta para quadro branco na cor preta atóxica. Também foi usada uma estrutura para a calibragem em 3 dimensões, com os dados a seguir: 2 m de comprimento em X; 1 m de largura em Z e 1 m de profundidade em Y, todos os segmentos com marcadores a cada 0,25 m, totalizando 66 pontos para calibragem. A figura 1 ilustra a simulação do movimento no banco de nado.



Figura 1. Ilustração do movimento realizado no banco de nado

Fonte: Os autores

Tanto para as coletas na piscina, como no banco de nado, os sujeitos foram marcados com a caneta para quadro branco nos acidentes anatômicos: falange distal do dedo médio em ambas as mãos, epicôndilos mediais e laterais dos úmeros, articulações glenoumeral e acromioclavicular, e crista ilíaca.

Para o teste em piscina, foi realizado um aquecimento de 600 metros e uma repetição de 50 metros nado crawl, sendo de 95 a 100% da capacidade máxima (usando a melhor marca de 50 metros livre como referência), com saída de dentro da água. Antes de iniciar o teste no banco de nado, os atletas fizeram um aquecimento articular não controlado, e depois foi

realizado uma tomada de 30 segundos (aproximadamente o mesmo tempo em que realizaram o tiro de 50 metros crawl) do movimento que simula o nado crawl em piscina, com o equipamento regulado na menor resistência que possui, para que aplicação de forças adicionais não interferissem na simulação do gesto do nado.

Um ciclo completo de braçada foi analisado para cada lado e condição. No nado convencional foi utilizado o ciclo correspondente a passagem pelo volume calibrado (localizado a ~10m da borda inicial do teste), enquanto para a simulação do movimento em banco de nado foi utilizado um ciclo após ~7seg do início do teste (tempo similar ao utilizado no nado convencional). Os cálculos das variáveis utilizadas no estudo foram realizados da seguinte forma:

- Para a amplitude anteroposterior da braçada, ou seja, o deslocamento no eixo x, foi calculada a diferença das posições de entrada e saída da mão durante a fase subaquática;
- A amplitude mediolateral da braçada, dimensão que mostra o deslocamento do eixo y, o cálculo foi realizado pela diferença entre a maior posição lateral e medial da mão;
- A amplitude vertical da braçada, ou deslocamento no eixo z, foi calculada pela diferença entre a entrada da mão na água até o ponto mais profundo que atinge durante a braçada.
- A velocidade da mão refere-se à razão entre a trajetória resultante da fase subaquática da braçada (no caso do banco de nado, a trajetória que simula esta fase do movimento), e o tempo gasto para completar a fase submersa.
- A frequência de braçada é definida como sendo o número de ciclos de braçadas completos realizados no período de um minuto, expressa, portanto, em ciclos/min.
- O comprimento de braçada foi analisado somente no nado livre, uma vez que o mesmo é determinado por pela distância horizontal que o corpo se desloca durante um ciclo de braçada completo e o banco de nado não permite deslocamento.
- A velocidade limpa do nado foi calculada pelo produto entre a frequência e o comprimento de braçada.
- Deslocamento médio lateral do quadril (D_{APq}): deslocamento do eixo y pela diferença entre maior posição lateral e medial atingida pelo quadril.
- Deslocamento vertical do quadril (D_{Vq}): deslocamento do eixo z pela diferença da maior e menor altura atingida pelo quadril.
- Deslocamento anteroposterior do quadril (D_{MLq}): deslocamento no eixo x pela diferença das posições inicial e final do quadril.

Os vídeos coletados foram digitalizados manualmente quadro a quadro e analisados no programa específico de análise de movimento *Simi Reality Motion*, filtrados de acordo com Santos¹⁶ a 7Hz, por um filtro Butterworth de passa baixa 2ª ordem e posteriormente convertidos em coordenadas tridimensionais usando um algoritmo DLT¹⁷, o qual forneceu as coordenadas dos movimentos da braçada, tanto no nado convencional, quanto no simulado em banco de nado. Estudo anterior demonstrou alta reprodutibilidade (ICC 0,99) para digitalização manual¹⁸. Em seguida, os dados foram exportados ao programa Microsoft Excel para cálculo das dimensões, comprimento e frequência de braçada, velocidade da mão na fase subaquática e deslocamento do quadril.

Análise estatística

A normalidade das variáveis foi testada pelo teste de *Shapiro-Wilk* e homogeneidade pelo teste de Levene. A comparação das dimensões e velocidade das braçadas entre os testes e hemicorpos foi realizada por *ANOVA two-way* de medidas repetidas, enquanto a comparação da frequência de braçada entre os testes foi realizada pelo teste t de Student. O tamanho do efeito foi calculado considerando a razão entre a diferença das médias das condições (testes

ou lados) e seus desvios-padrões¹⁹. De acordo com Cohen, tamanho de efeito maior ou igual a 0,80 representa um tamanho de efeito grande, entre 0,5 e 0,8 moderado e menor ou igual a 0,20 – pequeno tamanho de efeito. Análise estatística foi realizada usando um software específico (*Statistic*, versão 7, *Statsoft*) com nível de significância adotado em $p < 0,05$.

Resultados

As médias para ambos hemisférios nos dois testes, comparação entre lados e testes (p), assim como o tamanho do efeito (d) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Comparação dos parâmetros de nado entre hemisférios e entre nado convencional e desempenho em banco de nado

	Nado		Banco de nado		p	d	p	d
	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	(lados)		(testes)	
A_{APbr}	0,54	0,47	1,22	1,22	0,51	0,42	0,00	4,09
(m)	$\pm 0,19$	$\pm 0,15$	$\pm 0,17$	$\pm 0,23$				
A_{MLbr}	0,24	0,22	0,19	0,12	0,11	0,52	0,01	0,91
(m)	$\pm 0,12$	$\pm 0,09$	$\pm 0,09$	$\pm 0,05$				
A_{Vbr}	0,47	0,51	0,35	0,40	0,24	0,31	0,00	1,11
(m)	$\pm 0,12$	$\pm 0,16$	$\pm 0,07$	$\pm 0,07$				
$VelM$	2,87	2,86	2,07	2,04	0,89	0,04	0,04	0,56
(m/s)	$\pm 0,72$	$\pm 0,76$	$\pm 0,39$	$\pm 0,30$				

Nota: A_{APbr} : amplitude anteroposterior da braçada; A_{MLbr} : amplitude mediolateral da braçada; A_{Vbr} : amplitude vertical da braçada; $VelM$: velocidade da mão

Fonte: os autores

Verifica-se que não há diferenças significativas ($p > 0,05$) entre lados direito e esquerdo em ambos os testes para as dimensões da braçada, entretanto quando as mesmas são comparadas entre o nado convencional e o banco de nado, observam-se diferenças de 21% (A_{MLbr} esquerdo) a 62% (A_{APbr} esquerdo), com grande tamanho do efeito ($> 0,8$). A velocidade da mão entre hemisférios também foi semelhante ($p > 0,05$). Ao se comparar os valores obtidos na água e no banco, observa-se diferença entre os testes de aproximadamente 11%. Abaixo são apresentadas exemplificações gráficas do padrão de velocidade da mão obtida nos testes em piscina e em banco de nado (Figura 2).

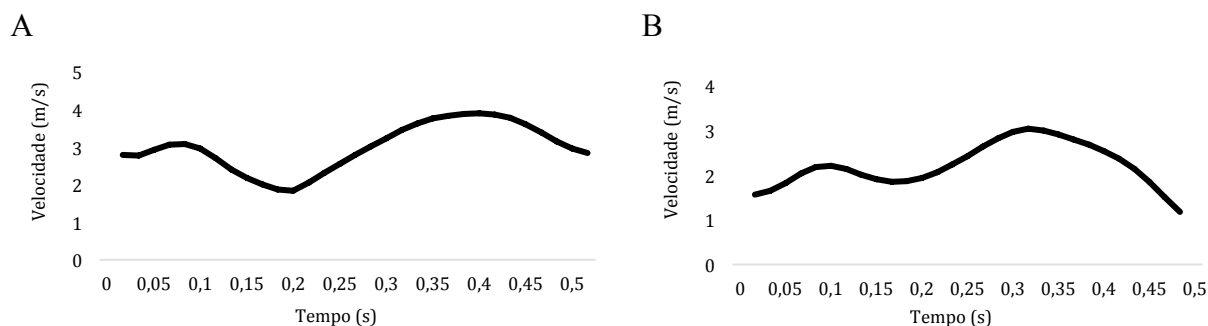


Figura 2. Gráfico ilustrativo da velocidade da mão de um nadador durante o teste na água (A) e no banco de nado (B)

Fonte: Os autores

Os valores da frequência de braçada para o teste em piscina e em banco de nado foram de $53,53 \pm 4,10$ ciclos/min e $55,57 \pm 8,20$ ciclos/min, respectivamente. O comprimento de braçada durante o teste aquático foi de $1,80 \pm 0,28$ metros. A partir do comprimento e da frequência de braçada no desempenho em piscina, foi possível calcular a velocidade limpa do nado, ou seja, a velocidade do nado sem a influência das impulsões de borda, saída e viradas, calculada pelo produto da frequência e comprimento de braçada. Assim, a velocidade média limpa de nado dos sujeitos foi de $1,61 \pm 0,25$ m/s.

O deslocamento do quadril nos três eixos de movimento é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Amplitudes de deslocamento do quadril durante o nado em banco

	Quadril	
	Direito	Esquerdo
D_{APq} (m)	$0,03 \pm 0,02$	$0,08 \pm 0,05$
D_{MLq} (m)	$0,05 \pm 0,03$	$0,06 \pm 0,04$
D_{Vq} (m)	$0,01 \pm 0,01$	$0,02 \pm 0,01$

Nota: A_{APq} : amplitude anteroposterior do quadril; A_{MLq} : amplitude mediolateral do quadril; A_{Vq} : amplitude vertical do quadril
Fonte: os autores

Discussão

Este estudo teve como objetivo comparar as características da braçada no nado crawl em piscina e em banco de nado, assim como verificar a simetria de movimento entre hemicorpos. Os principais achados do estudo apontam que dimensões da braçada e velocidade da mão durante a fase subaquática diferenciam entre os testes (convencional e banco de nado), enquanto o comportamento da velocidade e a frequência da braçada se mantêm similares. Em adição os nadadores demonstraram simetria de gesto da braçada em ambas às condições.

A menor amplitude anteroposterior da braçada no nado convencional pode ser explicada pelo deslocamento do corpo do nadador durante o teste, uma vez que o cálculo da diferença entre entrada e saída da mão na água desconsidera a propulsão ocorrida, a qual não acontece no gesto realizado no banco de nado. De fato, diferenças na trajetória da braçada entre nado convencional e estacionário (atado) foi anteriormente descrita²⁰. Por outro lado, as diferenças nas dimensões médiolateral e vertical da braçada entre os testes podem ser justificadas por limitações no movimento realizado no banco de nado devido a pouca possibilidade de giro do quadril e reduzida mobilidade na rotação de tronco impostas pelo equipamento, ao contrário do que ocorre na natação em piscina, em que os nadadores oscilam entre 30 e 45 graus o giro de tronco sem a ação respiratória do nado crawl², e entre 55 e 67 graus com a respiração²¹. Segundo Makarenko²², esse giro de tronco durante o nado é essencial para um bom alinhamento lateral do corpo e redução do arrasto, além de tornar mais eficaz a ação dos braços se estas oscilações forem ótimas. Dessa forma, o banco de nado parece reduzir o desempenho da braçada, uma vez que restringe o rolamento do tronco e quadril.

A partir dos gráficos da velocidade da mão na fase subaquática do nado é possível notar semelhanças de comportamento na variação da velocidade durante a execução do movimento. Lopes⁵ afirma que o banco de nado possui uma resistência acomodada a velocidade aplicada, assim como ocorre em uma situação real de nado. Por outro lado, a velocidade da mão foi maior na água. O equipamento foi regulado na menor resistência que possui (nível 1 dentre 7) para que aplicações de forças adicionais não interferissem na simulação do gesto do nado, mas talvez ainda assim tenha sido maior que a resistência

oferecida pela água, resultando na execução do movimento de maneira mais lenta. A similaridade entre os testes no padrão das oscilações da velocidade durante o ciclo da braçada sustenta a utilização do equipamento como treinamento complementar no seco para os atletas, posto que o mesmo guarda alguma especificidade do gesto realizado no meio líquido, todavia o mesmo não deve substituir o treino aquático dado que características da braçada e velocidade de sua execução são alterados. Como citado anteriormente, apesar do banco de nado ser móvel no sentido anteroposterior, ele não permite grande rotação do tronco e quadril e quando se atinge uma velocidade constante de braçada quase não há deslocamento do corpo o que contribui para alterações verificadas do movimento. Esta informação é sustentada pelas médias e desvio padrões dos valores dos deslocamentos (anteroposterior, mediolateral e vertical) do quadril (Tabela 2).

Os nadadores demonstraram simetria de movimento para todas as variáveis analisadas em ambos os testes, assim, parece que diferentes testes de desempenho de nado não interferem na similaridade da execução dos movimentos entre os lados. Dos Santos et al.¹⁴ afirmam que nadadores mais habilidosos geralmente são mais simétricos em relação aos de menor proficiência. A similaridade de gesto aplicado entre hemicorpos reforça o elevado nível dos nadadores avaliados e o bom controle corporal que demonstram deter. De fato, outros parâmetros do nado (isto é, velocidade de nado comprimento e frequência braçada), foram próximos aos apontados por Santos et al.¹⁶ para grupo com índice técnico elevado.

Como aplicação prática, os resultados apresentam um panorama para técnicos e atletas sobre variáveis que se assemelham e diferem entre o nado real e sua simulação em banco de nado, o que auxilia na compreensão do quanto o equipamento preserva da especificidade do movimento. Comparação entre aplicação de força e ativação muscular não foram realizadas e compreendem uma limitação do estudo. Futuros trabalhos que incluam avaliação destes parâmetros do desempenho são incentivados, assim como o desenvolvimento de pesquisa em parceria com profissionais da engenharia para fabricação e testagem de bancos de nado confeccionados com um grau de liberdade para giro do tronco e quadril no intuito de melhor aproximar a simulação do nado no ergômetro.

Conclusões

A simetria nas dimensões da braçada e velocidade da mão na fase subaquática entre hemicorpos indicam elevada proficiência dos nadadores avaliados. No entanto, as diferenças verificadas entre os testes para tais variáveis ocorreram provavelmente pelo fato do banco de nado não permitir amplo deslocamento do corpo do nadador a frente e rotação de tronco e quadril. Apesar dos valores da velocidade da mão entre nado convencional e no nado simulado diferirem, os gráficos demonstraram existir um padrão no seu comportamento. Também foi verificada uma semelhança entre os valores obtidos em ambos os testes em relação a frequência de braçada, o que permite no treinamento do atleta ações com variação de velocidade como ocorre na situação real de nado.

Esses resultados demonstram que os treinos nos simuladores de nado não devem substituir o treinamento convencional de natação, posto que diferem em vários aspectos do mesmo. Porém alguma semelhança é garantida, isto é, a frequência de braçada e o comportamento da velocidade da mão subaquática, o que justifica parcialmente o uso deste equipamento como treinamento complementar no seco para os nadadores, avaliação e acompanhamento de seus desempenhos, uma vez que mensurações no meio líquido são geralmente de maior complexidade para detecção e alto custo em relação a aparatos desenvolvidos no meio terrestre que simulam os gestos realizados na água, como o banco de nado.

Referências

1. Dantas EH. A prática da preparação física: Shape Rio de Janeiro; 2003.
2. Maglischo EW. Nadando o mais rápido possível: Manole; 2010.
3. Formosa DP, Mason B, Burkett B. The force–time profile of elite front crawl swimmers. *J Sports Sci* 2011;29(8):811-819. DOI: 10.1080/02640414.2011.561867.
4. Santos KB, Bento PCB, Pereira G, Payton C, Rodacki AL. Front crawl swimming performance and bi-lateral force asymmetry during land-based and tethered swimming tests. *J Sports Sci Med* 2017;16(4):574-580.
5. Lopes IIF. Otimização do funcionamento de um ergômetro simulador de nado. 2015.
6. Soares S, Fernandes R, Vilas-Boas JP. Banco de nado: Evolução histórica e novas tendências de desenvolvimento. *Rev Port Ciênc Desporto* 2012;12(2): 45-57
7. da Silva AJRM, Reis VM, Costa A, Garrido N, Carneiro A, Tolentino J. O banco de nado biocinético como meio específico de treino de força em seco na natação. *Rev Bras Biomec* 2007;7(13):77-84.
8. Dawson B, Vladich T, Blanksby BA. Effects of 4 weeks of creatine supplementation in junior swimmers on freestyle sprint and swim bench performance. *J Strength Cond Res* 2002;16(4):485-490.
9. Swaine IL. Arm and leg power output in swimmers during simulated swimming. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(7):1288-1292.
10. Lopategui CE, Soler LR, Rivera PM. Physiological and metabolic responses of competitive swimmers during exercise in air and water environments. *P R Health Sci J* 1994;13(2):133-141.
11. McCabe CB, Sanders RH. Kinematic differences between front crawl sprint and distance swimmers at a distance pace. *J Sports Sci* 2012;30(6):601-608. DOI:10.1080/02640414.2012.660186.
12. Gourgoulis V, Antoniou P, Aggeloussis N, Mavridis G, Kasimatis P, Vezos N, et al. Kinematic characteristics of the stroke and orientation of the hand during front crawl resisted swimming. *J Sports Sci*. 2010;28(11):1165-1173. DOI:10.1080/02640414.2010.507251.
13. Figueiredo P, Sanders R, Gorski T, Vilas-Boas J, Fernandes R. Kinematic and electromyographic changes during 200 m front crawl at race pace. *Int J Sports Med* 2013;34(01):49-55. DOI: 10.1055/s-0032-1321889
14. Dos Santos K, Pereira G, Papoti M, Bento P, Rodacki A. Propulsive Force Asymmetry during Tethered-Swimming. *Int J Sports Med*. 2013;34(07):606-611. DOI: 10.1055/s-0032-1327575.
15. Cappaert JM, Pease DL, Troup JP. Three-Dimensional Analysis of the Men's 100-m Freestyle during the 1992 Olympic Games. *Journal of applied biomechanics*. 1995;11(1):103-112.
16. Santos KB. Análise cinemática do desempenho de atletas e paratletas de natação: [tese de doutorado em Exercício e Esporte]. Curitiba:Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Exercício e Esporte; 2017.
17. Silvatti AP, Cerveri P, Telles T, Dias FA, Baroni G, Barros RM. Quantitative underwater 3D motion analysis using submerged video cameras: accuracy analysis and trajectory reconstruction. *Comput Methods in Biomech Biomed Engin*. 2013;16(11):1240-1248. DOI:10.1080/10255842.2012.664637.
18. Santos KB, Lara JP, Rodacki AL. Reproducibility, repeatability and accuracy analysis of three-dimensional kinematics of the front crawl stroke trajectories in impaired swimmers *J Phys Educ Sport* 2017;17(01):367-370.
19. Thalheimer W, Cook S. How to calculate effect size from published research: A simplified spreadsheet. *Work-Learning Research*. *Work-learning Res* 2002; 1(01):1-9. DOI:10.12691/ajssm-4-3-1.
20. Maglischo CW, Maglischo EW. Tethered and non-tethered crawl swimming. *Proceedings of the ISBS: sports biomechanics* 1984:163-176.
21. Payton CJ, Bartlett RM, Baltzopoulos V, Coombs R. Upper extremity kinematics and body roll during preferred-side breathing and breath-holding front crawl swimming. *J Sports Sci*. 1999;17(9):689-696. DOI: 10.1080/026404199365551.
22. Makarenko LP, Palomares E. Natação: Seleção de Talentos e Iniciação Desportiva: Artmed; 2001.

ORCID dos autores:

Hayanna Larissa Lacerda Piovezan: 0000-0003-4252-979X

Karini Borges dos Santos: 0000-0002-4815-7774

André Luis Felix Rodacki: 0000-0002-4585-497X

Recebido em 09/01/18.

Revisado em 06/08/18.

Aceito em 01/10/18.

Endereço para correspondência: Hayanna Larissa Lacerda Piovezan. Coração de Maria 92, Bairro Jardim Botânico, PR, CEP 80215-370. E-mail: hayanna.piovezan@gmail.com