

## A potência de membros superiores está relacionada com o desempenho de nado crawl em nadadores adolescentes

The power of top members is related to the performance of crawl swimming in adolescents swimming athletes

La potencia de los miembros superiores está relacionada con el rendimiento de la natación estilo crawl en los atletas de natación escolar

Recebido: 31/01/2022 | Revisado: 12/02/2022 | Aceito: 14/02/2022 | Publicado: 21/02/2022

**Alexandre Medeiros de Quadros Barbosa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4197-252X>

Faculdade Serra Geral, Brasil

E-mail: alexandremedeirosbarbosa@hotmail.com

### Resumo

**Introdução:** Para otimizar o desempenho de jovens atletas de natação é importante compreender os mecanismos envolvidos com a propulsão de nado. **Objetivo:** Verificar a relação da potência de membros superiores com o desempenho de nado crawl 50-m em atletas escolares de natação de ambos os sexos. **Método:** Estudo transversal, com amostra composta por 20 atletas escolares de natação (idade:  $12.7 \pm 0.8$ , 50% do sexo masculino e 50% do sexo feminino). Analisamos o desempenho de nado crawl através de um sprint máximo de 50-m, realizado em piscina olímpica. Analisamos a potência de membros superiores através do teste de lançamento de medicineball, a unidade de medida do teste de membros superiores foi convertida em watts através de uma equação de física newtoniana. Através de análises de correlações e regressões verificamos a relação e contribuição da potência de membros superiores para o desempenho de nado crawl 50-m. **Resultados:** A potência de membros superiores se relacionou com o desempenho dos nadadores de ambos os sexos (Masculino:  $r = -0.77$ ,  $p=0.009$ . Feminino:  $r = -0.68$ ,  $p=0.0007$ ). Além disso, apontou capacidade de predição do desempenho dos nadadores de ambos os sexos (Masculino:  $r^2 = 0.593$ ,  $\beta = -0.32$ ,  $p < 0.001$ . Feminino:  $r^2 = 0.474$ ,  $\beta = -0.15$ ,  $p = 0.02$ ). **Conclusão:** Em atletas escolares de natação de ambos os sexos, a potência de membros superiores está relacionada com o desempenho de nado crawl na distância de 50 metros.

**Palavras-chave:** *Treinamento esportivo; Natação; Atletas escolares.*

### Abstract

**Introduction:** To optimize the performance of young swimming athletes it is important to understand the swimming optimization mechanism. **Objective:** To verify the relationship between upper limb power and 50-m crawl swimming performance in school swimming athletes of both sexes. **Method:** Cross-sectional study, with a sample of 20 school swimming athletes (age:  $12.7 \pm 0.8$ , 50% male and 50% female). We analyzed the performance of crawl swimming through a maximum sprint of 50 m, performed in an Olympic swimming pool. We analyzed the power of upper limbs through the medicineball throwing test, the unit of measure of the upper limbs test was converted into watts through a Newtonian physics equation. Through correlation and regression analysis, we verified the relationship and contribution of upper limb power to the 50-m crawl swimming performance. **Results:** Upper limb power was related to the performance of swimmers of both sexes (Male:  $r = -0.77$ ,  $p = 0.009$ . Female:  $r = -0.68$ ,  $p = 0.0007$ ). In addition, it pointed out the ability to predict the performance of swimmers of both sexes (Male:  $r^2 = 0.593$ ,  $\beta = -0.32$ ,  $p < 0.001$ . Female:  $r^2 = 0.474$ ,  $\beta = -0.15$ ,  $p = 0.02$ ). **Conclusion:** In school swimming athletes of both sexes, upper limb power is related to the performance of front crawl swimming at a distance of 50 meters.

**Keywords:** Sports training; Swimming; School athletes.

### Resumen

**Introducción:** Para optimizar el rendimiento de los atletas de natación jóvenes, es importante comprender los mecanismos involucrados en la propulsión de la natación. **Objetivo:** Verificar la relación entre la potencia de los miembros superiores y el rendimiento en natación estilo crawl de 50-m en atletas de natación escolar de ambos sexos. **Método:** Estudio transversal, con una muestra compuesta por 20 atletas de natación escolar (edad:  $12,7 \pm 0,8$ , 50% hombres y 50% mujeres). Analizamos el rendimiento de la natación crol a través de un sprint máximo de 50 m, realizado en una piscina olímpica. Analizamos la potencia de las extremidades superiores mediante la prueba de lanzamiento de medicineball, la unidad de medida de la prueba de las extremidades superiores se convirtió en watts mediante una ecuación de física newtoniana. Mediante el análisis de correlaciones y regresiones, verificamos la

relación y contribución de la potencia de los miembros superiores al rendimiento de la natación estilo crawl de 50-m. Resultados: La potencia de las extremidades superiores se relacionó con el rendimiento de nadadores de ambos sexos (Masculino:  $r = -0.77$ ,  $p = 0.009$ . Femenino:  $r = -0.68$ ,  $p = 0.0007$ ). Además, señaló la capacidad de predecir el rendimiento de los nadadores de ambos sexos (Hombre:  $r^2 = 0,593$ ,  $\beta = -0,32$ ,  $p < 0,001$ . Mujer:  $r^2 = 0,474$ ,  $\beta = -0,15$ ,  $p = 0,02$ ). Conclusión: En los atletas de natación escolar de ambos sexos, la potencia de los miembros superiores está relacionada con la realización de la natación estilo crawl a una distancia de 50 metros.

**Palabras-clave:** Entrenamiento deportivo; Nadando; Atletas escolares.

## 1. Introdução

A natação é um esporte olímpico caracterizado pelo ato de atravessar o meio líquido uma distância pré-determinada no menor tempo possível (Schulkin, 2017). Deste modo, o treinamento da natação é baseado no objetivo de reduzir o tempo de prova dos atletas (Williams, 2018). As competições oficiais de natação acontecem em uma piscina olímpica com comprimento de 50-m e largura de mínima de 25-m, os atletas são colocados em raias individuais para a realização das provas (Federation Internationale de Natation, 2016). Além disso, as distâncias realizadas em competições esportivas variam de 50 a 1500 metros (Williams, 2018). Basicamente a natação possui quatro estilos de nado que podem ser utilizados para realizar a travessia do meio líquido, sendo eles: crawl, costas, peito e borboleta (Whitten, 2012).

O nado crawl é considerado o mais simples durante o aprendizado, sendo caracterizado pela posição do corpo em decúbito ventral, a propulsão no meio líquido é realizada pelas batidas alternadas das pernas, paralelamente aos movimentos de arrasto alternados dos membros superiores (Williams, 2018). O sentido das batidas das pernas ocorre no sentido de cima para baixo, enquanto que os movimentos dos membros superiores acontecem em rotação partindo da linha da cabeça e se direcionando a linha das coxas de forma cíclica (Whitten, 2012). O nado costas se caracteriza pela posição do corpo em decúbito dorsal, os movimentos dos membros superiores e inferiores são similares aos do nado crawl, entretanto, são realizados no sentido de força contrário, ou seja, de baixo para cima (Colwin, 2002).

No estilo de nado peito, o corpo se posiciona em decúbito ventral, os braços são contraídos próximos as laterais do corpo e posteriormente são estendidos a frente do corpo, o arrasto da água realizado pelos braços ocorre no sentido horizontal, as pernas por sua vez, são encolhidas e depois estendidas em diagonal (Colwin, 2002). O estilo de nado borboleta por sua vez, é tipo como o estilo de nado mais complexo e é caracterizado pelo corpo posicionado em decúbito ventral, os braços são elevados simultaneamente no sentido vertical ascendente para fora da água e levados para trás juntos. As pernas ficam juntas e fornecem impulso através do movimento ondulatório (Whitten, 2012).

Neste sentido, a natação é um esporte praticado em alto nível (olimpíadas), em níveis intermediários (Mundiais) e níveis baixos (amador) (Federation Internationale de Natation, 2016). Contudo, a iniciação esportiva desse esporte quase sempre ocorre no meio escolar, quando os jovens são incentivados a praticar um exercício físico, deste modo é incentivada a participação em torneios e campeonatos escolares e muitos técnicos fazem a seleção de atletas de equipes estaduais com base nos alunos das equipes escolares (Colwin, 2002). Assim é preciso compreender os fatores envolvidos com o desempenho esportivo de atletas escolares. Basicamente no nível escolar, o treinamento de natação geralmente é dividido em aquecimento em meio terrestre (i.e., calistenia, corrida ou treino resistido), educativos de natação para os quatro estilos e treinamento específico do estilo de nado competitivo (Whitten, 2012).

Entre os fatores determinantes para o desempenho esportivo, são citados a força e a potência muscular (Suchomel; Nimphius; Stone, 2016). A força muscular é caracterizada pela tensão gerada pelos músculos para vencer resistências externas, como empurrar ou puxar um objeto por exemplo (Komi, 2009). A potência muscular é caracterizada pela quantificação do trabalho realizado durante a produção de força muscular em um curto espaço de tempo (Komi, 2009). Sabe-se que a força e a potência muscular estão relacionadas com o desempenho atlético de esportes que exigem percorrer distância curtas em um curto espaço de tempo, como o tiro de 100-m natação ou no remo (Suchomel et al., 2016).

Deste modo, a locomoção em meio terrestre é dependente da tração gerada pelos membros inferiores (Zinner, 2016). Enquanto que no meio líquido é dividida entre a tração gerada pelos membros superiores e inferiores (Schulkin, 2017). Deste modo, em estudo prévio foi sugerido que na natação a locomoção ocorria devido a 50% de contribuição da tração dos membros inferiores e a 50% da tração dos membros superiores (Pendergast et al., 2003). Posteriormente, Ribeiro et al., (2015), apontaram que o nado crawl realizado apenas com a propulsão dos membros inferiores, poderia contribuir com até 12% da propulsão de nado.

Desta forma, se fazem necessárias mais informações sobre os meios envolvidos com o desempenho de natação, em especial em jovens atletas escolares. Assim o presente estudo teve por objetivo verificar a relação da potência de membros superiores com o desempenho de nado crawl 50-m em atletas escolares de natação de ambos os sexos. A nossa hipótese inicial é que em atletas escolares, a potência de membros superiores se relacionaria com o desempenho de nado crawl 50-m.

## 2. Metodologia

### Assuntos

Estudo do tipo transversal (Thomas et al., 2009), com amostra de 20 atletas escolares de natação (50% do sexo masculino e 50% do sexo feminino). A amostra fazia parte da equipe esportiva de uma escola do município de Natal (Rio Grande do Norte, Brasil), e participavam regularmente de competições escolares a nível regional e nacional. Adotamos como critérios de inclusão: (1) possuir idade cronológica entre 10 e 14 anos. (2) os atletas deveriam treinar três vezes por semana com carga horária >2h por sessão de treinamento. (3) Os atletas deveriam fazer parte da equipe titular de natação da escola. (4) Os atletas deveriam possuir experiência mínima de dois anos em natação esportiva. Adotamos como critérios de exclusão: (1) Ter lesão musculoesquelética nos seis meses que antecederem a pesquisa. (2) Não conseguir realizar todos os procedimentos propostos pelo presente estudo.

### Ética

Todos os voluntários foram informados sobre o estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de acordo com a resolução 196/1996 do Conselho Nacional de Saúde, de acordo com os princípios éticos contidos na Declaração de Helsinque, da World Medical Association et al., (2013), e a aprovação ética foi concedida pelo comitê de ética local (Parece: 3,552,010).

### Procedimentos

#### Antropometria

Para fins de caracterização amostral as avaliações antropométricas envolveram medidas de peso, altura e envergadura, mensuradas três vezes e realizadas de acordo com os protocolos da International Society of the Advancement of Kinanthropometry (Karupaiah, 2018). Assim a média das 3 avaliações foi tomada. A massa corporal foi mensurada em balança digital com precisão de 0,1 kg (FILIZOLA®, São Paulo, Brasil) e a estatura em estadiômetro com precisão de 0,1 cm (SANNY®, São Paulo, Brasil). Para medir a envergadura, cada participante permaneceu em pé e estendeu os seus membros sobre uma parede branca, posteriormente o avaliador marcou a localização das extremidades dos dedos médios esquerdo e direito e utilizou uma fita métrica (SANNY®, São Paulo, Brasil), para determinar a extensão da envergadura com aproximação de 0,1 cm. O índice de massa corporal (IMC) foi avaliado de acordo com a seguinte fórmula:  $IMC \text{ (Kg/m}^2\text{)} = \text{Peso corporal (Kg)} / (\text{Estatura (m)} \times \text{Estatura (m)})$ .

### **Análise da Idade Esquelética**

Para fins de caracterização amostral, analisamos a idade esquelética através do modelo matemático proposto por Cabral et al., (2013):

$$\text{Idade Esquelética} = -11.620 + 7.004 \times (\text{Estatura}_{(m)}) + 1.226 \times (\text{Dsexo}) + 0.749 \times (\text{Idade cronológica}_{(\text{Anos})}) - 0.068 \times (\text{Dobra cutânea do Tríceps}_{(\text{mm})}) + 0.214 \times (\text{Circunferência corrigida do bíceps}_{(\text{cm})}) - 0.588 \times (\text{Diâmetro do Úmero}_{(\text{cm})}) + 0.388 \times (\text{Diâmetro do Fêmur}_{(\text{cm})})$$

Dsexo: Masculino = 0; Feminino = 1. (m): metros. (mm): milímetros. (cm) centímetros.

A circunferência corrigida do bíceps foi calculada através da equação:

$$\text{Circunferência corrigida do bíceps}_{(\text{cm})} = \text{Circunferência do bíceps contraído}_{(\text{cm})} - (\text{Dobra cutânea do Tríceps}_{(\text{mm})} / 10)$$

(mm): milímetros. (cm) centímetros.

### **Análise do desempenho de nado crawl 50-m**

Inicialmente foi realizado um aquecimento de cinco minutos fora da piscina utilizando uma bicicleta ergométrica (Technogym®, São Paulo, Brasil), os atletas foram orientados a manterem a velocidade entre 35 e 45 rotações por minuto. Após o aquecimento, os atletas se posicionaram no bloco de partida da piscina (50-m de comprimento por 25-m de largura, tratada com cloro, temperatura da água = 25 °C, temperatura ambiente = 28 °C) após o sinal sonoro dado pelo avaliador através de um apito (Fox Pearl®, São Paulo, Brasil) os atletas saltaram na piscina e realizaram um sprint máximo de 50-m. O tempo de sprint foi cronometrado (cronômetros: ChronoSport®; Modelo Stopwatch, Santa Catarina, Brasil) por 3 avaliadores distintos, os avaliadores estavam posicionados na seguinte ordem: um na largada, um nos 25-m da piscina e um na chegada, as medidas entre os cronometrista apontou boa concordância (CCI = 0.877, p<0.01). Destaca-se, que os indivíduos ficaram em abstinência da prática de exercícios físicos 24 horas antes dos testes. Todos os atletas foram analisados individualmente e todos os testes ocorreram no turno da manhã (entre 6h e 11h).

### **Análise da potência dos membros superiores**

Para a potência de membros superiores, foi utilizado o teste de arremesso de medicineball (Mello et al., 2016), no qual o avaliado ficou sentado com o dorso apoiado em uma parede e os joelhos em extensão. Ao sinal do avaliador, uma medicineball (Ax Esportes®, Tangará, Brasil) com massa de 2 Kg posicionada na altura do esterno foi lançada horizontalmente com as duas mãos e não foi permitido o auxílio do movimento do tronco. O teste foi realizado a partir de três tentativas consecutivas com intervalo de descanso de dois minutos entre as tentativas e para fins de análise foi registrado o resultado de melhor performance. Três avaliadores cronometraram (CCI = 0.902) o tempo de arremesso de medicineball (momento do lançamento até o momento da queda) usando um cronômetro digital (ChronoSport®; Modelo Stopwatch, Santa Catarina, Brasil) e registraram a distância em que o lançamento da medicineball atingiu. Todos os atletas foram analisados individualmente. A potência de membros superiores em Watts foi calculada com base na seguinte fórmula da física newtoniana (Crowell, 2001): Potência média  $_{(\text{watts})} = [\text{Massa do corpo em movimento}_{(\text{Kg})} \times \text{Distância percorrida pelo corpo em movimento}_{(\text{m})}] / \text{Tempo de deslocamento do corpo em movimento}_{(\text{s})}$ . Dessa forma, consideramos a medicineball como o corpo em movimento e identificamos a potência em watts a qual a medicineball foi lançada.

### **Análises Estatísticas**

A normalidade dos dados foi verificada pelos testes de Shapiro-Wilk, assimetria e curtose (-1,96 a 1,96) e pelo

coeficiente de variação (CV%) (normalidade aceita quando CV% <30%). O pressuposto de normalidade não foi negado por nenhum dos testes utilizados. Deste modo, os dados foram expostos de forma descritiva por meio da média e desvio padrão. As análises de relação foram realizadas pelo teste de correlação de Pearson e por regressão linear. Para interpretar os resultados adotamos a magnitude (Cohen, 2013): Pequeno: 0.10 a 0.29; Médio: 0.30 a 0.49; Ampla: 0.50 a 0.79; Muito ampla:  $\geq 0.80$ . Todas as análises foram feitas no software gratuito JASP® (Versão 0,14,1/18/ 2020, Tóquio, Japão), considerando a significância de  $p < 0.05$ .

### 3. Resultados

A Tabela 1 expõe as características da amostra estudada. Assim, ambos os grupos estavam em faixa etária similares. Além disso, os avaliados apontaram idade esquelética avançada (pós-púbere). Em relação a antropometria a amostra do sexo masculino apontou dados descritos com números maiores para as variáveis peso, estatura e envergadura em relação a amostra do sexo feminino. Assim como, em relação a amostra feminina a amostra masculina apontou descritivamente um valor maior para a potência de membros superiores e um valor menor para o tempo de nado crawl 50-m.

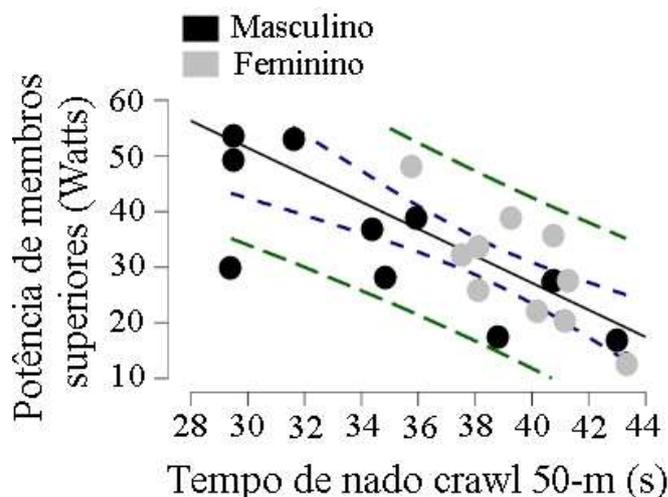
**Tabela 1.** Caracterização amostral.

Variáveis	Feminino	Masculino
Idade (Anos)	12.5 $\pm$ 0.8	13.0 $\pm$ 0.8
Idade Esquelética (Anos)	16.3 $\pm$ 1.1	16.9 $\pm$ 1.1
Peso (Kg)	42.5 $\pm$ 7.5	47.2 $\pm$ 10.6
Estatura (cm)	156.5 $\pm$ 5.0	164.2 $\pm$ 8.7
Envergadura (cm)	157.0 $\pm$ 6.5	169.7 $\pm$ 5.8
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	17.2 $\pm$ 2.3	17.4 $\pm$ 2.8
Tempo de nado crawl 50-m (segundos)	38.7 $\pm$ 1.7	37.0 $\pm$ 4.2
Potência de membros superiores (Watts)	24.8 $\pm$ 7.9	37.1 $\pm$ 9.9

Kg: Quilogramas. (cm): Centímetros. IMC: Índice de Massa Corporal. (Kg/m<sup>2</sup>): Quilogramas por metro quadrado. Fonte: Autores.

A Figura 1, mostra os resultados das análises de correlação e regressão realizadas pelo presente estudo. Deste modo a potência de membros superiores se associou com o desempenho dos nadadores de ambos os sexos (Masculino:  $r = -0.77$ , CI 95%-r: -0.94; -0.27,  $p=0.009$ . Feminino:  $r = -0.68$ , CI 95%-r: -0.91; -0.10,  $p=0.0007$ ), além disso, apontou capacidade de predição do desempenho dos nadadores de ambos os sexos (Masculino:  $r^2 = 0.593$ ,  $F_{(1,0)} = 11.6$ ,  $\beta = -0.32$ , CI 95%- $\beta$ : -0.54; -0.10,  $p < 0.001$ . Feminino:  $r^2 = 0.474$ ,  $F_{(1,0)} = 7.1$ ,  $\beta = -0.15$ , CI 95%- $\beta$ : -0.27; -0.02,  $p=0.02$ ).

**Figura 1.** Análises de correlação e regressão da potência de membros superiores com o desempenho de nado crawl 50-m em nadadores de ambos os sexos.



----: Intervalo de confiança de 95% da correlação (tracejado interno) e da regressão (tracejado externo). -m: Metros. (s): Segundos. Fonte: Autores.

#### 4. Discussão

O objetivo do presente estudo foi verificar a relação da potência de membros superiores com o desempenho de nado crawl 50-m em atletas escolares de natação de ambos os sexos. A nossa hipótese inicial foi que a potência de membros superiores se relacionaria com o desempenho de nado crawl 50-m. Assim, os principais achados do presente estudo comprovaram a hipótese ao verificar relação inversa da potência de membros superiores com o desempenho de nado crawl 50-m em nadadores escolares de ambos os sexos. Em adição, foi verificado que a potência de membros superiores é um significativo preditor do desempenho de nado crawl 50-m em nadadores escolares de ambos os sexos.

Em um estudo pioneiro Hawley et al., (1992) propuseram que de maneira geral a força muscular prediz o desempenho de natação em estilo crawl. Somando-se a isso, diversos estudos posteriores apontaram que a força e a potência muscular são fatores determinantes para o resultado das provas em natação, isso porque aumentando essas capacidades físicas os atletas tendem a conseguir reduzir de forma significativa o tempo de prova (Awatani et al., 2018a, 2018b; Mujika; Crowley, 2019).

Diante disso, os resultados do presente estudo, podem ser justificados com base nos achados de Nikšić et al., (2019), os referidos autores encontraram que a coordenação motora dos membros superiores em associação a força muscular produzida durante o nado crawl são indicativos de melhor deslocamento no meio líquido, ou seja, menor tempo de nado.

Em uma perspectiva similar à do presente estudo, através de um modelo alométrico Dos Santos et al. (2021) verificaram os fatores contribuintes do desempenho de nado crawl em jovens atletas de ambos os sexos. Assim, os autores apontaram que para nadadores de ambos os sexos a força propulsiva dos membros superiores realizada durante o nado crawl 50-m, contribuiu em 54.8% para o desempenho dos nadadores, corroborando com o presente estudo, que encontrou relação e poder de previsão significativa da potência de membros superiores para o desempenho de nado crawl 50-m.

Deste modo, é interessante compreender quais mecanismos podem estar associados ao aumento da potência muscular dos membros superiores em nadadores. Almeida-Neto et al., (2020), através de análises de regressão linear, identificaram que a massa magra corporal total, contribuiu em 82% para a força isométrica e para a potência de membros superiores de jovens nadadores de elite de ambos os sexos. Em adição os autores verificaram que a massa magra exerce um efeito muito amplo sobre o desempenho dos membros superiores em jovens atletas de elite da natação. Nessa perspectiva a amostra do presente estudo indicou IMC com níveis adequados (<18.0), o que sugere que os participantes do estudo possuíam predominância de

massa magra e menor adiposidade corporal, o que pode ter favorecido o desempenho de potência de membros superiores, e consequentemente ter colaborado para a relação da potência de membros superiores com o desempenho de nado crawl 50-m.

Um outro mecanismo que contribui para a potência muscular dos membros superiores é a maturação biológica (Almeida-Neto et al., 2021). Esse fenômeno se trata do aprimoramento dos sistemas biológicos como o muscular e metabólico por exemplo (Rowland, 2008). O presente estudo identificou que os participantes da amostra estavam com idade óssea avançada (pós-púberes). A idade óssea é um marcador de maturação biológica, e quanto mais avançada a maturação biológica maior é a eficiência do organismo humano em relação a produção de energia pela via glicolítica, que é utilizada para a produção de potência muscular (Rowland, 2008; Diry et al., 2020; Almeida-Neto et al., 2021).

Neste sentido, em recente estudo Oliveira et al., (2020), identificaram que a maturação biológica estava correlacionada de forma significativa com a força propulsiva de membros superiores no estilo nado crawl em jovens atletas de ambos os sexos. Assim como, recentemente Oliveira et al., (2021) ao verificar os fatores que interagem com o desempenho de nadadores jovens, encontraram que a maturação biológica interage de forma significativa com a força propulsiva dos membros superiores de jovens atletas de natação de ambos os sexos.

Deste modo, Morais et al., (2017) destacam que a eficiência de propulsão de nado é um dos fatores determinantes para o alto desempenho de jovens atletas de natação. Morais et al., (2018) alertam que a propulsão de nado depende principalmente do aperfeiçoamento da técnica de execução dos movimentos específicos da natação, e da potência muscular de membros superiores e inferiores. Assim, para otimizar o desempenho de jovens atletas de natação é importante compreender os mecanismos envolvidos com a propulsão de nado (McGibbon et al., 2018).

Desta forma, o presente estudo traz como ponto forte o fato de expor que a potência de membros superiores está associada ao desempenho de nado crawl 50-m. Sugerindo que estimular a potência de membros superiores pode ser benéfico para o desempenho de nado crawl 50-m em atletas escolares de natação de ambos os sexos. Contudo, o presente estudo traz como principal limitação o fato de o presente estudo ter sido do tipo transversal, o que nos impossibilita observar causa e efeito.

## 5. Conclusão

Concluimos que em atletas escolares de natação de ambos os sexos, a potência de membros superiores está relacionada com o desempenho de nado crawl na distância de 50 metros. Deste modo, sugerimos a produção de estudos futuros que considerem a amostra de atletas escolares de ambos os sexos, e busquem realizar intervenções longitudinais com o intuito de verificar causa e efeito em relação ao aumento da potência de membros superiores e a redução do tempo de prova de nado crawl na distância de 50-m.

## Referências

- Almeida-Neto, P. F. D., Matos, D. G. D., Baxter-Jones, A. D., Batista, G. R., Pinto, V. C. M., Dantas, M., & Cabral, B. G. D. A. T. (2020). The effectiveness of biological maturation and lean mass in relation to muscle strength performance in elite young athletes. *Sustainability*, 12(17), 6696.
- Almeida-Neto, P. F. D., de Medeiros, R. C. D. S. C., de Matos, D. G., Baxter-Jones, A. D., Aïdar, F. J., de Assis, G. G., & Cabral, B. G. D. A. T. (2021). Lean mass and biological maturation as predictors of muscle power and strength performance in young athletes. *Plos one*, 16(7), e0254552.
- Awatani, T., Morikita, I., Mori, S., Shinohara, J., & Tatsumi, Y. (2018). Clinical method to assess shoulder strength related to front crawl swimming power in male collegiate swimmers. *Journal of physical therapy science*, 30(10), 1221-1226.
- Awatani, T., Morikita, I., Mori, S., Shinohara, J., & Tatsumi, Y. (2018). Relationship between isometric shoulder strength and arms-only swimming power among male collegiate swimmers: study of valid clinical assessment methods. *Journal of physical therapy science*, 30(4), 490-495.
- Cabral, B. G. D. A. T., Cabral, S. D. A. T., Vital, R., Lima, K. C. D., Alcantara, T., Reis, V. M., & Dantas, P. M. S. (2013). Equação preditora de idade óssea na iniciação esportiva através de variáveis antropométricas. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 19, 99-103.

- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Academic press.
- Crowell, B. (2001). *Newtonian physics (Vol. 1)*. Light and Matter.
- Colwin, C. (2002). *Breakthrough swimming*. Human kinetics.
- Diry, A., Ratel, S., Bardin, J., Armstrong, N., De Larochelambert, Q., Thomas, C., & Maciejewski, H. (2020). Importance of dimensional changes on glycolytic metabolism during growth. *European Journal of Applied Physiology*, 120(10), 2137-2146.
- Dos Santos, M. A., Henrique, R. S., Salvina, M., Silva, A. H. O., Junior, M. A. D. V., Queiroz, D. R., & Nevill, A. M. (2021). The influence of anthropometric variables, body composition, propulsive force and maturation on 50m freestyle swimming performance in junior swimmers: An allometric approach. *Journal of Sports Sciences*, 1-6.
- Federation Internationale de Natation (FINA). <https://www.fina.org/competition-detailed-results/144537/9884>. Acessado em: abril de 2021. Publicado em: 2016.
- Hawley, J. A., Williams, M. M., Vickovic, M. M., & Handcock, P. J. (1992). Muscle power predicts freestyle swimming performance. *British journal of sports medicine*, 26(3), 151-155.
- Karupiah, T. (2018). Limited (ISAK) profiling the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). *Journal of Renal Nutrition and Metabolism*, 3(1), 11-11.
- Komi, P. V. (2009). *Força e potência no esporte*. Artmed Editora.
- McGibbon, K. E., Pyne, D. B., Shephard, M. E., & Thompson, K. G. (2018). Pacing in swimming: A systematic review. *Sports Medicine*, 48(7), 1621-1633.
- Mello, J. B., Nagorny, G. A. K., Haiachi, M. D. C., Gaya, A. R., & Gaya, A. C. A. (2016). Projeto Esporte Brasil: perfil da aptidão física relacionada ao desempenho esportivo de crianças e adolescentes. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 18(6), 658-666.
- Morais, J. E., Silva, A. J., Marinho, D. A., Lopes, V. P., & Barbosa, T. M. (2017). Determinant factors of long-term performance development in young swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), 198-205.
- Morais, J. E., Silva, A. J., Garrido, N. D., Marinho, D. A., & Barbosa, T. M. (2018). The transfer of strength and power into the stroke biomechanics of young swimmers over a 34-week period. *European journal of sport science*, 18(6), 787-795.
- Mujika, I., & Crowley, E. (2019). *Strength training for swimmers*. In *Concurrent Aerobic and Strength Training* (pp. 369-386). Springer, Cham.
- Nikšić, E., Beganović, E., Joksimović, M., Nasrolahi, S., & Đoković, I. (2019). The impact of strength and coordination on the success of performance of the freestyle swimming. *European Journal of Physical Education and Sport Science*.
- Oliveira, R. A. R. D., Moreira, O. C., Mota, R. J., & Marins, J. C. B. (2020). Association between body adiposity index and cardiovascular risk factors in teachers. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 22.
- Oliveira, M., Henrique, R. S., Queiroz, D. R., Salvina, M., Melo, W. V., & Moura dos Santos, M. A. (2021). Anthropometric variables, propulsive force and biological maturation: A mediation analysis in young swimmers. *European journal of sport science*, 21(4), 507-514.
- Pendergast, D., Zamparo, P., Di Prampero, P. E., Capelli, C., Cerretelli, P., Termin, A., ... & Mollendorf, J. (2003). Energy balance of human locomotion in water. *European Journal of Applied Physiology*, 90(3), 377-386.
- Ribeiro, J., Figueiredo, P., Sousa, A., Monteiro, J., Pelarigo, J., Vilas-Boas, J. P., ... & Fernandes, R. F. (2015). Kinetics and metabolic contributions during full and upper body extreme swimming intensity. *European journal of applied physiology*, 115(5), 1117-1124.
- Rowland, T. W. (2008). *Children's exercise physiology*. Human Kinetics Publishers. Copyright ©. ISBN: 978-85-204-2600-5. p. 79-80; 90-91; 168-169, 2008.
- Schulkin, J. (2017). *7. Throwing, Swimming, and Rowing*. In *Sport* (pp. 115-136). Columbia University Press. 115-136.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports medicine*, 46(10), 1419-1449.
- Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2009). *Métodos de pesquisa em atividade física*. Artmed Editora.
- Williams, T. M. (2018). *Swimming*. In *Encyclopedia of marine mammals* (pp. 970-979). Academic Press.
- Whitten, P. (2012). *The complete book of swimming*. Random House.
- World Medical Association et al. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *Jama*, 310(20), 2191-2194.
- Zinner, C., & Sperlich, B. (Eds.). (2016). *Marathon running: Physiology, psychology, nutrition and training aspects*. Berlin, Germany. Springer International Publishing.