

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
EDUCAÇÃO FÍSICA - BACHARELADO

Felipe Dubal Lopes

EFEITOS DO ESNÓRQUEL NA CINEMÁTICA DO NADO CRAWL

Porto Alegre, 2024

Felipe Dubal Lopes

EFEITOS DO ESNÓRQUEL NA CINEMÁTICA DO NADO CRAWL

Trabalho de Conclusão de Curso como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Educação Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Antônio de Souza Castro

Porto Alegre, 2024

Felipe Dubal Lopes

EFEITOS DO ESNÓRQUEL NA CINEMÁTICA DO NADO CRAWL

Conceito final:

Aprovado em: de de

BANCA EXAMINADORA

Orientador - Prof. Dr. Flávio Antônio de Souza Castro
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Flávio Antônio de Souza Castro, que com muita atenção e paciência conseguiu orientar a realização deste trabalho, que servirá como grande contribuição para a nataçãõ gaúcha.

Aos meus pais, Simone Dubal Lopes e José Amilton Lopes, pois foram firmes e decisivos nos momentos em que a saudade era maior do que o coração. Foram imponentes em demonstrar carinho e apoio mesmo que a distância fosse nosso maior impedimento.

Ao meu irmão Gustavo Dubal Lopes, que trilhou diversos desafios junto comigo ao longo da minha construção profissional. Você foi e sempre será fundamental para minha vida, pois é espelho do profissional e irmão que desejo me tornar.

À minha namorada e companheira Izza Gambin, que foi fundamental para me erguer nos momentos mais difíceis dessa trajetória. Muitas vezes, carregou um peso maior do que deveria, mas que com garra e amor pode me mostrar o lado bom da vida e do processo da minha construção.

Aos colegas e atletas do Clube Caixeiros Viajantes, que tiveram importante papel na construção da minha carreira.

À Deus. Sem minha fé e sem a força que me fosse concedida jamais trilharia esse caminho.

Resumo

Objetivos: verificar os possíveis efeitos do uso do esnórquel sobre variáveis cinemáticas do nado crawl. **Métodos:** participaram 32 nadadores de ambos os sexos, experientes com uso de esnórquel em natação que realizaram seis testes de 25 m em nado crawl (T25) sob três intensidades (fraco, moderado e forte), três com e três sem esnórquel. Foram obtidas, com cronometragem manual: frequência média de ciclo de braçada (FC), distância média de ciclo de braçada (DC), velocidade de nado (VN), índice de nado (IN) e eficiência propulsiva (EP). Aplicou-se ANOVA fatorial e calculou-se o tamanho de efeito, para $\alpha < 0,05$. **Resultados:** Foi mostrado que o esnórquel não tem efeito significativo sobre os parâmetros analisados. Com ou sem esnórquel, os resultados de FC, DC, VN, IN e EP foram similares, independente do uso do esnórquel. Aumento de intensidade causou incremento de FC, de VN e de IN, já DC e EP apresentaram reduções. **Conclusão:** de modo agudo, esnórquel não causa alterações em parâmetros cinemáticos de nado.

Palavras-chaves: análise, biomecânica, eficiência, nado crawl, desempenho

Abstract

Objectives: to verify the possible effects of using a snorkel on the kinematic variables of front crawl swimming. **Methods:** 32 swimmers of both sexes, experienced in using snorkels in swimming, performed six 25 m front crawl tests (T25) under three intensities (weak, moderate and strong), three with and three without snorkels. Using manual timing, the following data were obtained: mean stroke rate (SR), mean stroke length (SL) (DC), mean swimming speed (SS), mean stroke index (SI), and mean arm-stroke efficiency (AE). Factorial ANOVA was applied, and the effect size was calculated, for $\alpha < 0.05$. **Results:** It was shown that snorkeling has no significant effect on the analyzed parameters. With or without snorkel, the SR, SL, S, SI, and AE results were similar, regardless of the use of snorkel. Increased intensity caused an increase in SR, SS, and SI, while SL and AR showed reductions. **Conclusion:** acutely, snorkeling does not cause changes in swimming kinematic parameters.

Key-words: analysis, biomechanics, efficiency, front-crawl, performance

Lista de abreviaturas e siglas

DC	Distância média de ciclo de braçada
EP	Eficiência propulsiva da braçada
FC	Frequência média de ciclo de braçada
IN	Índice de nado
VN	Velocidade média de nado
t10	Tempo de 10 metros
t3C	Tempo de três ciclos
T100	Teste de 100 metros
T25	Teste de 25 metros

Lista de figuras e tabela

Figura 1 – Esnórquel simples para natação. Fonte: <https://natacaopotiguar.blogspot.com/2019/04/qual-importancia-do-snorkel-no.html> 16

Figura 2 - Esnórquel Aquatreiner (Cosmed, Itália). Fonte: do autor. 17

Figura 3 – Resultados das variáveis cinemáticas. Painel A: VN; painel B: FC; e painel C: DC; n=32 24

Figura 4 – Resultados das variáveis de eficiência. Painel A: IN; painel B: EP; n=32 25

Tabela 1 - Características dos participantes do estudo. Exp: experiência; dp: desvio padrão; n = 32. 23

Lista de Equações

Equação 1 - Para frequência de ciclo	21
Equação 2- Para velocidade do nado	21
Equação 3 - Para distância de ciclo	21
Equação 4 - Para índice de nado.....	21
Equação 5 – Para eficiência propulsiva da braçada.....	21
Equação 6 – Para estimativa da distância entre ombro e mão (L)	22

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
2 PROBLEMA E OBJETIVOS	13
3 REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 Nado crawl	14
3.2 Cinemática	15
3.3 Esnórquel	16
4 MATERIAIS E MÉTODOS	19
4.1 Participantes	19
4.2 Variáveis do Estudo	19
4.3 Protocolo	20
4.4 Realização dos testes	20
4.5 Coleta e processamentos dos dados	21
4.6 Processamento dos dados	21
4.7 Análise estatística	22
5 RESULTADOS	23
6 DISCUSSÃO	26
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS	30

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das habilidades aquáticas e, mais especificamente, da natação, está relacionada diretamente com a capacidade do indivíduo de vencer as forças existentes no meio aquático. O empuxo, o arrasto e a tensão superficial da água são fatores que influenciam o desempenho do nadador, na capacidade de gerar propulsão e reduzir o arrasto (Castro & Loss, 2009), principalmente nos indivíduos que competem em alto nível. Refinar as habilidades de gerar propulsão e vencer o arrasto influencia a capacidade técnica do nadador, que, à medida que se desenvolve, indica melhor capacidade de gerar propulsão e de gerar menos arrasto. De maneira geral, o nadador treina para aumentar o efeito propulsivo e diminuir o arrasto (Truijens & Toussaint, 2005), para isso, é necessário entender que o desempenho na natação está diretamente relacionado a parâmetros biomecânicos (cinéticos e cinemáticos), de acordo com o nível de desempenho de cada indivíduo (Franken, Carpes & Castro, 2007).

A sistematização do treinamento da natação, sobretudo pela separação das capacidades (coordenação, velocidade, flexibilidade, força e resistência) é importante para o desenvolvimento de uma natação mais eficiente e com menor gasto energético. Segundo Castro e Mota (2008) o treinamento afeta o nado de forma crônica, melhorando a capacidade de produção de força dos músculos propulsores, bem como de que maneira essa musculatura trabalha no aspecto técnico. Nesse sentido, a técnica é conteúdo fundamental para a melhora motora no meio aquático (Caputo et al., 2000). Para isso utilizam-se diversos materiais de treinamento para conduzir o treinamento, como por exemplo o esnórquel.

Em relação ao desenvolvimento do esporte natação, a análise cinemática global permite identificar como uma pessoa atinge e mantém determinada velocidade de nado (VN), ao passo que esta pode ser identificada pelo produto entre a frequência média de ciclos de braçada (FC) e distância média percorrida pelo corpo a cada ciclo de braçadas (DC) (Hay & Guimarães, 1983). Outros parâmetros de análise, que são derivados da cinemática, são o índice de nado (IN), produto entre VN e DC, que indica a adequação geral da mecânica do nado à determinada VN (Costill et al, 1985) e a eficiência propulsiva da braçada (EP), que estima o percentual da força aplicada pelo

nadador, nas braçadas, que realmente contribuem para o deslocamento à frente (Cardoso & Castro, 2022). Além disso, segundo Hollander et al. (1986) a VN influencia diretamente a EP, visto que em máximas velocidades aumenta-se a FC. Mesmo que EP se refira à variável cinética, há que se considerar que é obtida por análises e variáveis cinemáticas.

Ao mesmo tempo que a utilização de esnórquel no treinamento de natação é frequente, seus efeitos sobre parâmetros biomecânicos do nado são praticamente desconhecidos. Até o momento, não foram identificados estudos com esnórquel simples. Considerando a utilização recorrente deste equipamento, que modifica a técnica de respiração lateral do nado crawl, não sendo necessária executá-la, é possível então, que o esnórquel gere alteração na cinemática do nado crawl, especialmente na VN, na FC, na DC, no IN e na EP.

2 PROBLEMA E OBJETIVOS

Elaborou-se o seguinte **problema** de pesquisa: quais são os efeitos do uso do esnórquel sobre parâmetros cinemáticos do nado crawl?

Deste modo, sob diferentes intensidades, os objetivos deste estudo são:

Geral: verificar os possíveis efeitos do uso do esnórquel sobre variáveis cinemáticas do nado crawl.

Específicos: comparar velocidade de nado, frequência de ciclos, distância percorrida pelo corpo a cada ciclo, índice de nado e eficiência propulsiva da braçada com e sem o uso do esnórquel.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Esta breve revisão aborda a descrição e características do nado crawl, sua cinemática e a utilização de esnórquel na avaliação e no treinamento de natação.

3.1 Nado crawl

O nado crawl é amplamente reconhecido como o estilo de nado mais rápido e mais eficiente (Barbosa et al, 2006). O nado crawl é um estilo que corresponde a movimentos contínuos e alternados de membros superiores, inferiores e tronco. Esses movimentos são comumente chamados de braçada, pernada e respiração, respectivamente (Oliveira et al. 2009). O estudo de Deschodt et al (1999) explica que 90% da ação propulsiva do nado crawl corresponde a braçada, enquanto o restante (10%) corresponde a ação propulsiva da pernada. A braçada do nado crawl tem quatro fases, sendo elas: entrada até apoio, puxada, empurrada e recuperação (Chollet, Chalies, & Chatard, 2000). Nesse sentido, as fases de puxada e empurrada são majoritariamente responsáveis pela propulsão do nadador, ainda que na fase de entrada até apoio também ocorra ação propulsiva.

O nado crawl pode ser classificado como alternado, em relação aos movimentos de membros superiores e inferiores, e ventral, em relação à posição do corpo na água (Maglischo, 2003). Ao longo de um ciclo de nado (duas braçadas) ocorrem os movimentos de flexão de ombro e extensão de cotovelo com a mão a frente do ombro (na fase de entrada de apoio), seguida de leve flexão de cotovelo e extensão de ombro (na fase de puxada). Adiante, ocorre a extensão do cotovelo e ombro, levando a mão até a coxa (na fase de empurrada), e por fim, na fase de recuperação, ocorre flexão de cotovelo para tirar o membro superior da água, seguido de abdução de ombro e leve flexão de cotovelo, reiniciando o movimento de braçada. No que se refere ao movimento da pernada, ocorre a fase descendente (propulsiva), quando se realiza leve flexão da articulação coxofemoral seguida de extensão ativa do joelho, com o tornozelo em posição de flexão plantar para maior deslocamento de água. Na fase ascendente (não-propulsiva), o membro inferior sobe com extensão da articulação coxofemoral e extensão do joelho (Maglischo, 2003).

3.2 Cinemática

Dentre as áreas da biomecânica, a cinemática se preocupa com a análise do movimento a partir de variáveis espaço-temporais. Na natação, a análise cinemática tem sido aplicada tanto na descrição do nado como um todo, com parâmetros cinemáticos globais de nado (Hay & Guimarães, 1983), quanto com parâmetros segmentares dos nados (Falk-Giuliano et al, 2022). Os parâmetros cinemáticos que interferem no desempenho dos nados, e especificamente do nado crawl, influenciam diretamente o desempenho de nado e na capacidade de vencer as forças presentes no meio aquático, especialmente a FC e a DC, cujo produto é a VN, sem efeitos das impulsões obtidas na saída e nas viradas (Craig Jr. 1985).

Em relação a eficiência do nado, atuam como indicadores gerais o IN e a EP. O IN trata-se da adequação técnica geral do indivíduo em determinadas velocidades de nado (Costill et al, 1985). Já a EP indica o quanto de força aplicada pela braçada é realmente propulsiva (Cardoso & Castro, 2022). Segundo Craig (1979) o IN está relacionado a outras variáveis biomecânicas, como a frequência média de ciclos de braçadas (FC) que indica o número de ciclos de braçada (duas braçadas) que um nadador efetua em determinado intervalo de tempo. Já a EP é dependente da VN, da FC e características antropométricas (Cardoso & Castro, 2022).

Como forma direta de mensurar a evolução do nado de um atleta, sob ponto de vista cinemático, pode-se utilizar o IN, produto entre VN e DC. A DC é a distância que o nadador percorre ao executar um ciclo de braçadas (Hay e Guimarães, 1983), e pode ser obtida pela razão entre VN e FC. Assume-se que o nadador que percorre maior distância por braçada em uma mesma velocidade apresenta melhor adequação técnica do nado à velocidade (Costill et al, 1985).

Em relação às respostas cinemáticas ao incremento de intensidade de nado, estudo de Castro et al. (2005) comparou nove nadadores considerados velocistas, seis nadadores considerados fundistas e oito triatletas, ao longo de repetições de 25 m, em nado crawl, com o objetivo de analisar o efeito de diferentes intensidades de nado sobre parâmetros cinemáticos. Foi evidenciado que com o incremento da intensidade, ocorre o aumento de FC e diminuição de DC. Em resposta, a VN

aumenta, mostrando que o incremento de VN ocorre por resposta aguda ao incremento de FC (Yanai, 2003). O aumento da FC parece ser a estratégia mais utilizada por nadadores para aumentar a VN em resposta à intensidade de nado, mesmo não sendo a mais econômica. Toussaint e Beek (1992) mostra que a DC fornece um bom indicativo de eficiência propulsiva, evidenciando que com o incremento de intensidade, ocorre a diminuição de EP. Por fim, o estudo de Castro et al. (2005) mostra que ocorreu incremento de IN para diferentes intensidades (moderado, moderada e forte, respectivamente). Para velocistas, o incremento de IN foi ainda maior, pois foram encontrados maiores valores de VN e DC. Tal resultado indica melhor adequação da técnica dos velocistas às demandas de intensidade

3.3 Esnórquel

O esnórquel é um equipamento composto por um bocal acoplado a um cano, que permite a respiração sem necessidade de movimentos rotacionais da cervical para inspiração no nado crawl. É um material constituído por plástico e uma banda de borracha que fixa o equipamento na cabeça. A Figura 1 mostra um esnórquel simples para natação.



Figura 1 – Esnórquel simples para natação. Fonte:

<https://natacaopotiguar.blogspot.com/2019/04/qual-importancia-do-snorkel-no.html>

Pouco se foi estudado sobre a aplicação do esnórquel no treinamento de natação. O esnórquel é um equipamento que facilita a respiração do nadador, deixando os segmentos propulsivos livres e operantes de forma mais isolada apenas para o efeito de propulsão (Barbosa, 2004). Se faz presente em métodos de treinamento para melhora da consciência corporal, principalmente no que se diz respeito à adequação do nado para vencer as forças de arrasto. Ainda assim, Keskinen, Keskinen & Rodríguez (2001) sugerem que o esnórquel Aquatreiner (Cosmed, Itália) (Figura 2), para análise metabólica através de gases respiratórios, aumenta a FC e diminui a DC. Porém este esnórquel é maior que um esnórquel simples (Figura 1), o que, possivelmente, incrementa o arrasto e pode modificar e parâmetros cinemáticos do nado. Os autores concluíram que essa alteração se dá por conta da mudança de técnica da braçada e pelo aumento do arrasto.



Figura 2 - Esnórquel Aquatreiner (Cosmed, Itália). Fonte: do autor.

Já Castillo-Lozano e Cuesta-Vargas (2017) apontam que o uso de esnórquel simples modifica as atividades eletromiográficas de alguns músculos responsáveis pelo controle e movimentos da coluna cervical, isso corresponde ao fato de que o esnórquel diminui a ação da cabeça, que conseqüentemente diminui o movimento de rolamento corporal. Nesse sentido é aumentada a ativação dos músculos cervicais-escápulo-umerais da parte superior do braço, modificando a biomecânica do nado.

No sentido da iniciação da natação para crianças, estudo de Misimi, Kajtna & Kapus (2022) aponta que o esnórquel pode provocar dificuldades na habilidade de soltar bolhas na água, porém aumenta a sensibilidade para movimentos de deslize no

meio aquático. Tal estudo separou dois grupos de crianças com medo de água, e mostrou a eficiência do esnórquel com óculos de proteção em atender as necessidades deste público em nadar, mesmo prejudicando uma habilidade de domínio respiratório tão importante. Esse tipo de esnórquel é similar ao esnórquel simples, porém está acoplado a óculos de proteção ou óculos de mergulho.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Participantes

A população deste estudo é de nadadores de 11 a 50 anos de idade de ambos os sexos, que tenham, pelo menos, dois meses de experiência com o uso do esnórquel, e com experiência de, pelo menos, dois anos em prática da natação. Os participantes, por motivos de higiene e segurança, devem ter o seu esnórquel de uso pessoal. Participaram deste estudo 32 nadadores (16 do sexo feminino, 16 do sexo masculino). O tamanho amostral mínimo (28) foi definido a partir de cálculo no aplicativo G*Power v. 3.1.97 e considerando aplicação de ANOVA fatorial, tamanho de efeito esperado de 0,25, alfa de 0,05 e poder estatístico de 0,80. Não participaram nadadores que tenham alguma lesão que os impedisse de realizar o protocolo proposto. Este projeto passou pela devida aprovação da Comissão de Pesquisa da ESEFID e do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul sob o número 74762523.0.0000.5347. Foram seguidas as recomendações do Conselho Nacional de Saúde (Resolução 466/2012) sobre as pesquisas realizadas em seres humanos.

4.2 Variáveis do Estudo

São variáveis deste estudo:

a. Variáveis de caracterização da amostra: massa corporal (kg), estatura (m), envergadura (cm), idade (anos), e tempos de experiência em natação e com esnórquel.

b. Variáveis independentes: utilização do esnórquel (com e sem), intensidades subjetivas de nado em repetição de 25 m (fraca, moderada e forte). Sexo foi utilizado como co-variável.

c. Variáveis dependentes: frequência média de ciclo de braçada (FC), velocidade de nado (VN), distância média de ciclo de braçada (DC), índice de nado (IN) e eficiência propulsiva da braçada (EP).

4.3 Protocolo

Foi seguido um protocolo para aquisição das variáveis do estudo, esse protocolo se deu através das seguintes etapas:

- I. Explicação dos testes: explicação sobre protocolo e materiais utilizados, leitura e assinatura dos termos, esclarecimento do procedimento em geral;
- II. Obtenção das medidas antropométricas;
- III. Realização do aquecimento articular e aquecimento de 200 m em nado livre na piscina. Em seguida, os participantes nadaram mais 100 m com utilização do Esnórquel;
- IV. Realização de cada teste com obtenção das variáveis.

4.4 Realização dos testes

Cada nadador executou duas séries de três repetições de 25 metros (T25): uma série com e outra série sem esnórquel em diferentes intensidades subjetivas (fraco, médio e forte). O protocolo era semelhante ao descrito por Castro et al (2005). As intensidades foram informadas para o participante pelo avaliador, que as determinou de maneira randomizada, assim como a ordem de utilização do esnórquel. Isso para que não houvesse preparação prévia do participante ou mudança de técnica de nado. Após a execução da primeira série, o participante repousou por três minutos, enquanto colocava ou retirava o esnórquel (dependendo da ordem do sorteio) para a realização de mais três T25. A cada T25 foi respeitado 1 min de intervalo (Couto et al, 2014).

A partida de cada teste foi iniciada dentro da piscina, com impulsão contra a borda, sem o salto de partida. A raia de realização dos T25 foi central em relação às bordas laterais da piscina. O nadador nadou em uma raia exclusiva, sem a utilização da mesma raia por outros participantes, e sem a interferência de outros nadadores nas raias vizinhas para evitar a influência do *draft* (SILVA et al., 2008).

4.5 Coleta e processamentos dos dados

Foram obtidos os dados cinemáticos de cada T25, com demarcações de uma faixa entre os 10 e 20 metros da piscina, com medição de 10 metros. Nesse espaço, foram registrados o tempo para percorrer 10 m (t_{10}) e o tempo para realizar três ciclos completos de braçadas (t_{3C}) por meio de cronometragem manual (Finis 3X100M Stopwatch 130032 Yellow).

4.6 Processamento dos dados

Os dados de t_{10} e t_{3C} foram utilizados posteriormente para o cálculo de VN, FC e DC. Os parâmetros cinemáticos foram definidos por meio de equações (Franken et al. 2013; Fiori et al. 2022), em diferentes intensidades dos T25 com e sem esnórquel. As Equações 1 a 4 foram utilizadas:

$$FC = \left(\frac{3}{t_{3C}} \right) \times 60$$

Equação 1 - Para frequência de ciclo

$$VN = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

Equação 2- Para velocidade do nado

$$DC = \frac{VN}{(FC * 60^{-1})}$$

Equação 3 - Para distância de ciclo

$$IN = VN \times DC$$

Equação 4 - Para índice de nado

A EP foi estimada utilizando a equação simplificada proposta por Zamparo (2006) (Equação 5):

$$EP = \left(\left(\frac{VN * 0,9}{2 * \pi * FC * l} \right) * \frac{2}{\pi} \right) * 100$$

Equação 5 – Para eficiência propulsiva da braçada

Onde L= distância entre o ombro e a mão quando a mão está abaixo do ombro nas fases de puxar, empurrar e transição. "L" foi estimada por regressão linear entre

os dados individuais de estatura e os valores de "L" de Zamparo (2006), para nadadores de ambos os sexos. Esta regressão linear entre estatura (*est*) e L apresentou $R^2 = 0,956$. A Equação de predição de L foi definida como (Equação 6):

$$L = (0,2862 * est) + 0,0187$$

Equação 6 – Para estimativa da distância entre ombro e mão (L)

Deste modo, utilizando-se a Equação 6 e a estatura de cada participante, foi estimado, individualmente, L para cada nadador do presente estudo.

4.7 Análise estatística

A distribuição dos dados foi testada com teste de Shapiro-Wilk, após, foram calculadas as médias, desvios-padrão e limites de confiança das médias para 95%. A comparação dos parâmetros cinemáticos com e sem snorkel, nas três intensidades, foi realizada com aplicação de ANOVA fatorial com medidas repetidas (2x3), sendo fatores a utilização de esnórquel (com e sem) e intensidades (fraca, moderada e forte). Sexo foi utilizado como co-variável. A esfericidade foi testada com teste de Mauchly e, se necessário, foi utilizada a correção Epsilon de Greenhouse-Geisser. Post-hoc de Bonferroni foi utilizado caso ANOVA seja significativa. Tamanho de efeito foi indicado pela aplicação de estatística η^2 . SPSS v.23.0 foi utilizado para $\alpha < 0,05$.

5 RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta as características dos participantes deste estudo, por idade, tempo de experiência em natação, tempo de experiência com uso do esnórquel, massa, estatura e envergadura.

Tabela 1 - Características dos participantes do estudo. Exp: experiência; dp: desvio padrão; n = 32.

	Média ± dp	Intervalos de confiança (95%)
Idade (anos)	13,0 ± 14,3	15,4 – 25,7
Exp. natação (anos)	5 ± 10,7	6,3 – 14,1
Exp. esnórquel (anos)	2 ± 2,9	2,4 – 4,5
Massa (kg)	57,2 ± 16,4	51,3 – 63,1
Estatura (cm)	1,62 ± 0,1	1,58 – 1,67
Envergadura (cm)	1,68 ± 0,14	1,62 – 1,72

A Figura 3 apresenta os resultados de média ± desvio-padrão das variáveis cinemáticas (painel A: VN; painel B: FC; e painel C: DC). Pode-se observar que não houve efeito da utilização do esnórquel, sendo todas as variáveis similares na mesma intensidade, com e sem esnórquel ($p = 0,184$; $\eta^2 = 0,058$ para VN; $p = 0,461$; $\eta^2 = 0,018$ para FC; $p = 0,880$ $\eta^2 = 0,001$ para DC). Houve o esperado efeito de intensidade, com aumento significativo de VN e FC entre as intensidades fraco, moderado e forte ($p = 0,000$; $\eta^2 = 0,906$ para VN; $p = 0,000$; $\eta^2 = 0,896$ para FC) e redução de DC entre as intensidades fraco, moderado e forte ($p = 0,000$; $\eta^2 = 0,724$). Não foram encontradas interações significativas entre uso de esnórquel e sexo ($p = 0,575$), nem entre uso de esnórquel e intensidade ($p = 0,269$) nas variáveis cinemáticas.

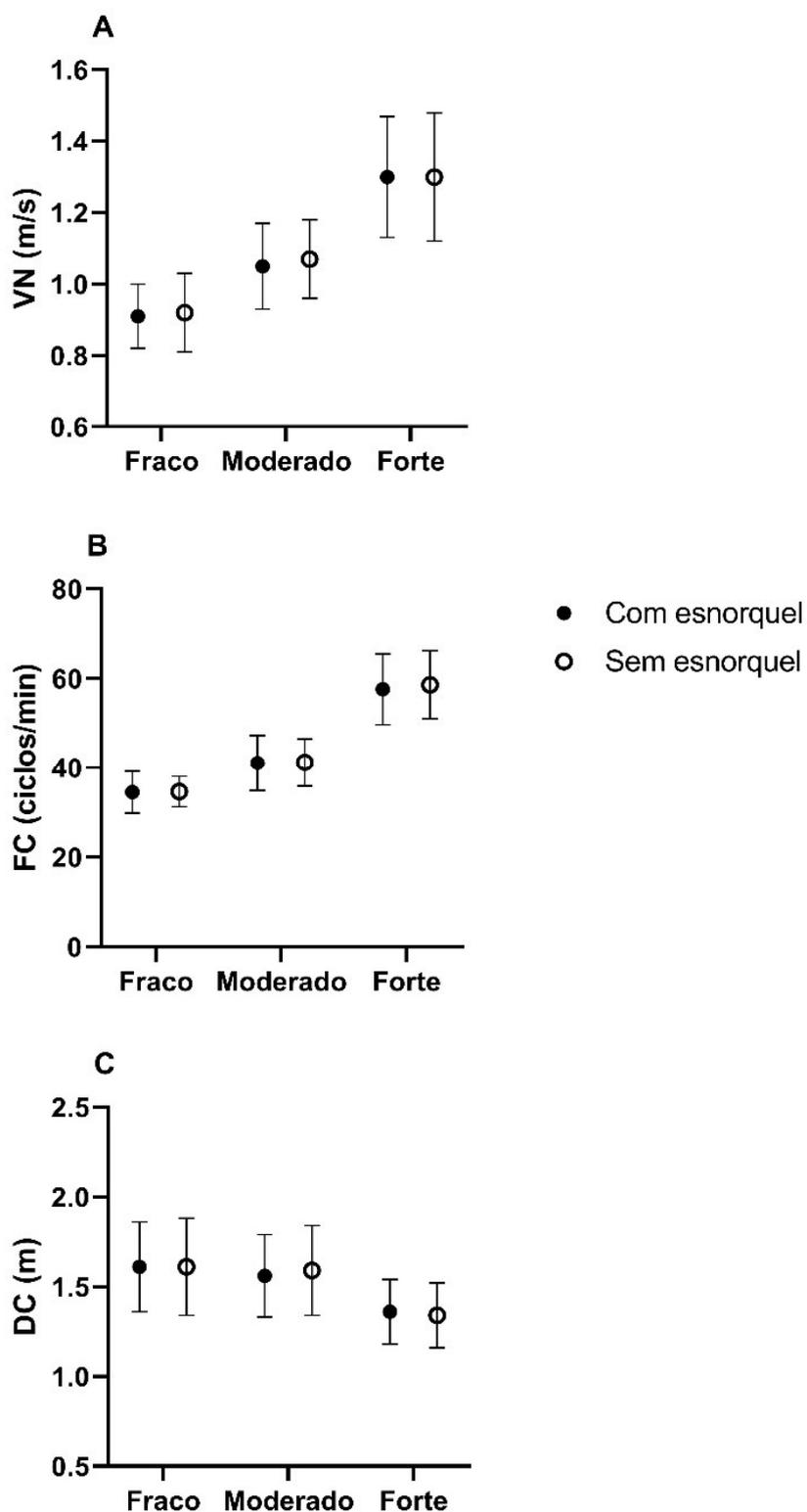


Figura 3 – Resultados das variáveis cinemáticas (Velocidade de nado, frequência de ciclo e distância de ciclo). Painel A: VN; painel B: FC; e painel C: DC; n=32

A Figura 4 apresenta os resultados de média \pm desvio-padrão das variáveis de eficiências (painel A: IN; painel B: EP). Pode-se observar que não houve efeito da

utilização do esnórquel, sendo ambas as variáveis similares na mesma intensidade, com e sem esnórquel ($p = 0,410$; $\eta^2 = 0,023$ para IN; e $p = 0,898$; $\eta^2 = 0,001$ para EP). Houve efeito de intensidade, com aumento significativo de IN entre as intensidades fraco, moderado e forte ($p = 0,000$; $\eta^2 = 0,637$) e redução de EP entre as intensidades fraco, moderado e forte ($p = 0,000$; $\eta^2 = 0,729$). Não foram encontradas interações significativas entre uso de esnórquel e sexo no IN ($p = 0,91$) e na EP ($0,85$). Também não houve interações significativas entre uso de esnórquel e intensidade no IN ($p = 0,57$) e na EP ($0,356$).

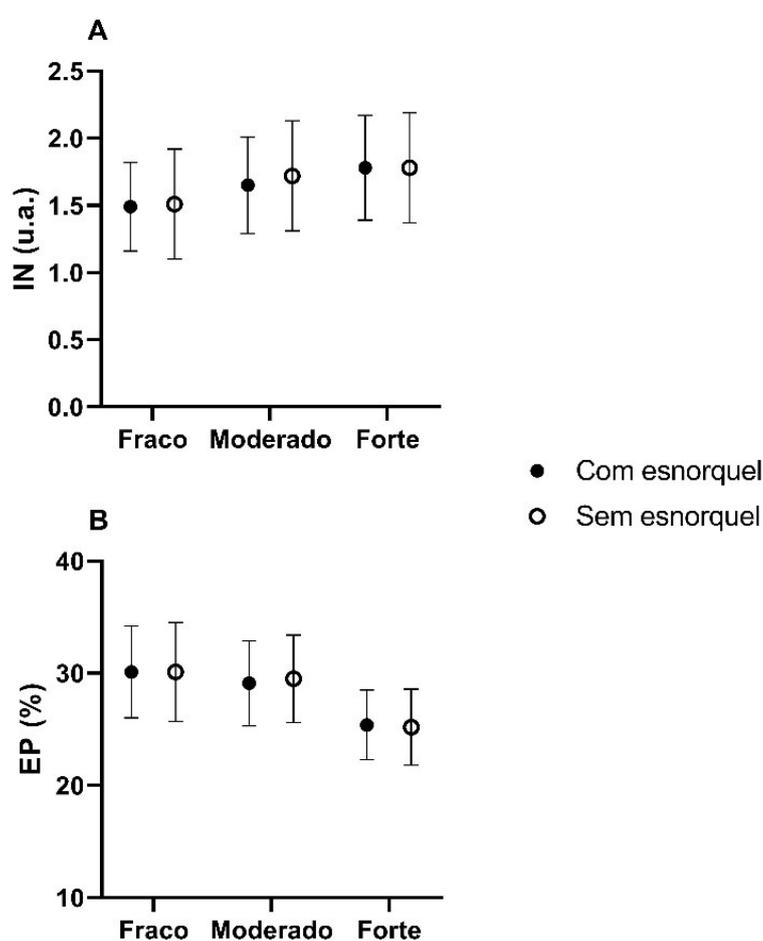


Figura 4 – Resultados das variáveis de índice de nado e eficiência propulsiva. Painel A: IN; painel B: EP; $n=32$

6 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar os possíveis efeitos do uso do esnórquel sobre as variáveis cinemáticas do nado crawl. Para isso, foram comparadas variáveis cinemáticas e de eficiência, ao longo de três intensidades, no nado crawl, com e sem esnórquel. Durante a coleta, não foi instruído aos participantes como realizar o T25, apenas foi informado a intensidade subjetiva que deveriam executar. O apuramento dos dados mostrou que não houve efeitos significativos do uso do esnórquel nas variáveis analisadas. Os efeitos das intensidades prescritas foram similares nas repetições com e sem esnórquel. Não houve efeito do sexo sobre as variáveis dependentes. As diferenças encontradas foram apenas em relação às intensidades prescritas. De modo geral, VN, FC e IN aumentaram e DC e EP reduziram com o incremento da intensidade.

Para a EP, estudo de Barbosa (2009), no qual foram analisados 28 nadadores “não experts” (15 meninos e 13 meninas), em testes de 25 m em uma intensidade equivalente a um teste de 100 metros indicou que não houve efeitos significativos do sexo sobre a EP ($20,56 \pm 10,00\%$ para homens $20,51 \pm 10,41\%$ para mulheres). O presente estudo encontrou valores de EP que variaram, aproximadamente, entre 25 e 30% e evidenciou que o esnórquel não apresentou efeitos significativos de sexo na EP ($p = 0,859$). Os maiores valores de EP do presente estudo, em comparação ao de Barbosa (2009), podem ser devidos aos participantes do presente estudo terem realizado protocolo em intensidades distintas. Por outro lado, o incremento da intensidade gerou efeitos na EP ($p < 0,001$). Segundo Zamparo (2006), a EP diminui em conjunto com a diminuição da DC. O presente estudo evidenciou que a DC diminuiu em relação ao aumento das intensidades prescritas, entretanto, o esnórquel não provocou a alteração de DC ($p = 0,88$).

Outro fator é a coordenação respiratória com o esnórquel. Segundo Seifert et al. (2008), a respiração unilateral, para o lado preferencial ou não preferencial, causa aumento de assimetria em relação ao tipo de coordenação do nado. Isso ocorre quando a EP da braçada é reduzida à medida que a fase propulsiva do braço acontece no mesmo momento da respiração (movimento cervical de rotação lateral). Outro aspecto estudado, foi que o momento de expiração, se executado de maneira

sincronizada com a fase propulsiva da braçada, pode gerar aumento na força aplicada. No estudo de Seifert et al. (2008) solicitou-se que 11 nadadores executassem sete ritmos de respiração diferentes, em T25 em intensidade relativa ao ritmo de prova de 100 metros nado livre. Além disso, foi pedido que os participantes utilizassem o *pull-buoy* (bóia de flutuação) para que não houvesse ação propulsiva dos membros inferiores. O estudo mostrou que a respiração bilateral (para os dois lados) e o uso do esnórquel parece diminuir a coordenação assimétrica do nadador, melhorando o efeito propulsivo da braçada no momento da respiração. Isso se dá, pois, ao usar o esnórquel, os nadadores restringem o movimento da cervical, o que causa menor rotação do tronco e diminuição na coordenação assimétrica do nado. O presente estudo não analisou as rotações de tronco e quadril, mas evidenciou que a EP não sofre alterações significativas com o uso do esnórquel.

De mesmo modo, a rotação exagerada do quadril pode causar movimentos assimétrico. O estudo de Barden & Barber (2022) mostra que ao executar a respiração unilateral, o quadril rotaciona de maneira exagerada, enquanto a respiração bilateral e o uso do esnórquel reduziram significativamente a assimetria do quadril ($p = 0,001$). Tal estudo analisou 18 nadadores de elite, que executaram três T100 em intensidade relativa a 70% do melhor resultado da temporada competitiva. Cada teste foi realizado em um modelo de respiração: unilateral, bilateral (inspirando com movimento cervical no intervalo entre 3 braçadas) e simulando a ausência de movimento cervical com o esnórquel. Nesse sentido, o esnórquel pode ajudar a minimizar ou corrigir a rotação exagerada do quadril, resultada por maior assimetria do rolamento corporal.

Estudo de Barbosa (2010) utilizou o esnórquel Aquatrainer e evidenciou que o equipamento não gerou efeitos significativos no IN ($p = 0,25$). Analisando a VN como uma das variáveis que o IN é dependente, segundo Toussaint et al. (1987), o esnórquel Aquatrainer incrementou o arrasto no meio aquático em 10%. Entretanto, no presente estudo, foi evidenciado que o esnórquel simples não gerou efeitos significativos na VN ($p = 0,184$). A DC, outra variável da qual o IN é dependente, não teve efeitos significativos em decorrência do uso do esnórquel ($p = 0,88$).

Em relação à FC, estudo de Barbosa (2010) indicou que o esnórquel Aquatrainer manteve os valores para FC ($p = 0,60$). Como descrito anteriormente, no presente estudo, não foi pedido para que os nadadores executassem o T25 de

determinada maneira, nem que utilizassem qualquer modelo de respiração. Porém, segundo Couto et al. (2015), o modelo de respiração a cada duas braçadas gera aumento da FC e aumento de DC. Esse modelo de respiração também foi capaz de aumentar o tempo de 25 m. O modelo de respiração bloqueada (sem movimentos cervicais para inspiração) possibilitou menores valores de T25 e maiores valores de VN e FC. O esnórquel, no sentido da respiração, possibilita a inspiração sem a necessidade de movimentos cervicais, enquanto a respiração bloqueada não executa os movimentos cervicais, mas não possibilita a inspiração. O presente estudo indica que não houve efeitos na FC com o uso do esnórquel simples (Figura 1) ($p = 0,461$), mas aumento de FC relacionado ao incremento de intensidade ($p < 0,001$).

No que se refere a DC, estudo de Barbosa (2010) indicou que não houve efeitos significativos em relação ao uso do esnórquel ($p = 0,60$). O presente estudo evidenciou os mesmos comportamentos em relação ao uso do esnórquel ($p = 0,898$). Entretanto, em relação ao incremento das intensidades, houve uma diminuição na DC ($p = 0,000$), possivelmente ligado ao aumento da FC e diminuição da EP. Diferentemente do estudo de Barbosa (2010), o presente estudo utilizou um esnórquel simples, que possivelmente gera menos arrasto que o esnórquel Aquatrainer, por se tratar de um equipamento com menor área e utilizado no dia a dia do treino, diferentemente do esnórquel Aquatrainer, que seu uso é inviável para o cotidiano de treinos, já que é usado para testes de espirometria direta em natação. É importante salientar, que existem poucos estudos evidenciando a cinemática do nado crawl com o uso do esnórquel simples. Deste modo, o presente estudo se tornou pioneiro em evidenciar o comportamento cinemático do nado crawl com esnórquel simples.

É importante salientar que os participantes estudados tinham como requisito dois anos de experiência com o esnórquel. A experiência certamente deve ser considerada em um estudo que compara diferentes níveis de reportórios. Entretanto, não foram encontrados achados na literatura que evidenciassem a experiência na natação com esnórquel. No presente estudo, a experiência funciona como um pré requisito para participação, e não se acredita que tenha influência sobre as variáveis cinemáticas nesse contexto.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir, ao analisar as variáveis cinemáticas (VN, FC e DC), bem como os indicadores gerais de eficiência de nado (IN e EP), que o esnórquel não apresenta efeitos de mudanças imediatas da cinemática do nado crawl. A intensidade se mostrou capaz de gerar as alterações na cinemática, assim como evidenciado em outros estudos que abordam a cinemática do nado crawl. O comparativo entre os sexos também não apresentou efeitos nas variáveis cinemáticas, nem nos indicadores gerais de eficiência.

O esnórquel pode ser capaz de diminuir a assimetria do nado, tanto em função da menor rotação do tronco, como da menor rotação do quadril. A assimetria do nado, é fator importante para o desenvolvimento de atletas de natação, que precisam vencer as forças do meio aquático para manifestar desempenho. Todavia, é possível que o esnórquel simples gere incremento no arrasto. Por fim, pode-se propor outro problema de pesquisa de maneira longitudinal, como a análise do uso do esnórquel em um programa de treinamento. É possível que o esnórquel altere de maneira crônica a cinemática do nado, o que não foi investigado no presente estudo.

REFERÊNCIAS

- Barbosa, T. (2004). Ensino da Natação - Vantagens e desvantagens da utilização dos materiais auxiliares na adaptação ao meio aquático. Conferência apresentada no 27º congresso técnico-científico da associação portuguesa de técnicos de natação. Lisboa.
- Barbosa, T. M., Fernandes, R., Keskinen, K. L., Colaço, P., Cardoso, C., Silva, J., & Vilas-Boas, J. P. (2006). Evaluation of the energy expenditure in competitive swimming strokes. *International journal of sports medicine*, 27(11), 894–899. <https://doi.org/10.1055/s-2006-923776>
- Barbosa, T. et al. Kinematical changes in swimming front Crawl and Breaststroke with the AquaTrainer® snorkel. *European journal of applied physiology*, v. 109, p. 1155-1162, 2010.
- Barbosa, T. et al. A eficiência propulsiva e a performance em nadadores não experts. *Motricidade*, v. 5, n. 4, p. 27-43, 2009.
- Barden, J.M.; Barber, M.V. The Effect of breathing laterality on hip roll kinematics in submaximal front crawl swimming. *Sensors*, v. 22, n. 6, p. 2324, 2022.
- Caputo, F., Machado, R. S., Lucas, R. D. de, & Denadai, B. S. (2002). Efeitos de oito semanas de treinamento de natação no limiar anaeróbico determinado na piscina e no ergômetro de braço. *Revista brasileira de medicina do esporte*, 8(1), 7–12. doi:10.1590/s1517-86922002000100002
- Cardoso, A.L.R. & Castro. Eficiência propulsiva em natação: O conhecimento e as práticas de professores e treinadores. *Brazilian journal of science and movement*. 2022;30(3) <https://doi.org/10.31501/rbcm.v30i3.13659>
- Castrillo-Lozano, R.; Cuesta-Vargas, A. I. Analysis neuromuscular activity during front crawl with and without a snorkel. *Science & Sports*, v. 32, n. 5, p. e197-e204, 2017.
- Castro, F. A. S.; Loss, J. F. Forças no meio líquido. In: Paula Hentschel Lobo da Costa. (Org.). *Natação e atividades aquáticas. Subsídios para o ensino*. 1 ed. Barueri: Manole, 2010, v. , p. 34-46.
- Castro, F. A. S.; Mota, C. B. Desempenho em 200 m nado crawl sob máxima intensidade e parâmetros cinemáticos do nado. *Revista brasileira de biomecânica*, v. 9, n. 17, 2008.
- Castro, F. S.; Moré, F. C.; Kruel, L. F. M. Relação entre o índice de braçadas e a performance em nadadores de 50 metros nado livre. In: *Anais do X congresso brasileiro de biomecânica*, Ouro Preto. 2003. p. 246-249.
- Chollet, D., Chabies, S., & Chatard, J. C. (2000). A new index of coordination for the crawl: description and usefulness. *International journal of sports medicine*, 21(01), 54-59. Costill, D. L. et al. Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. *International journal of sports medicine*, v. 6, n. 05, p. 266-270, 1985

Couto, J.G.M.; Franken, M.; Castro, F.A.S. Influência de diferentes padrões respiratórios na cinemática do nado crawl. *Rev. bras. cineantropom. desempenho hum* ; 17(1): 82-90, Jan-Feb/2015. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2015v17n1p82>

Craig A.B, Pendergast D.R. Relationships of stroke rate distance per stroke and velocity in competitive swimming. *Med Sci Sports*. 1979; 11(3): 278-283.

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

Castro, F. A.S., Guimarães, A. C. S., Moré, F. C., Lammerhirt, H. M., & Maques, A. C. (2005). Cinemática do nado "crawl" sob diferentes intensidades e condições de respiração de nadadores e triatletas. *Revista brasileira de educação física e esporte*, 19(3), 223-232.

Deschodt, V. J., Arsac, L. M., & Rouard, A. H. (1999). Relative contribution of arms and legs in humans to propulsion in 25-m sprint front-crawl swimming. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 80, 192-199.

Falk, A.G., Correia, R. D. A., Feitosa, W. G., & Castro, F. A. D. S. (2022). Three-dimensional front crawl arm-stroke efficiency and hand displacement in male and female swimmers. *Sports Biomechanics*, 1-12.

Fiori, J.M, Bandeira, P.F.R, Zacca, R, Castro, F.A.S. The impact of a swimming training season on anthropometrics, maturation, and kinematics in 12-year-old and under age-group swimmers: A network analysis. *front sports act living*. 2022 Feb 21;4:799690. doi: 10.3389/fspor.2022.799690. PMID: 35265832; PMCID: PMC8898940.

Franken M, Diefenthaler F, Moré FC, Silveira RP, Castro FAS. Critical stroke rate as a parameter for evaluation in swimming. *Motriz*. 2013; 19(4): 724-729

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. 2007. p. 1-8.

Hay, J.G.; Guimarães A.C.S.; A quantitative look at swimming biomechanics. *Swim tech*. 1983; 20(2): 11-17.

Keskinen, K.; Keskinen, O.; Rodríguez, F. A. Effect of a respiratory snorkel and valve system on front crawl kinematics during standardised pool testing. In: The 6th annual congress of the european college of sport science. Edited by J. Mester, G. King, H. Strüder, et al. Sport und Buch Strauss, Cologne, Germany. 2001. p. 538.

Maglischo, E. W. (2003). *Swimming fastest*. Human kinetics.

Mirwald, R.L., Baxter-Jones, A.D., Bailey, D.A., Beunen, G.P. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(4):689-694. doi:10.1097/00005768-200204000-00020

Misimi, F.; Kajtna, T.; Kapus, J. The effect of using goggles and snorkel for aquatic skills acquisition in youth learn-to-swim programs. *Perceptual and motor skills*, v. 129, n. 5, p. 1525-1545, 2022.

Navarro, V.F. (1995). *Hacia el dominio de la natación*. GYMNOS. S, A. Madrid España. Pág, 57.

Oliveira, T. et al. Análise sistêmica do nado crawl. *Brazilian journal of motor behavior*, v. 4, n. 1, p. 15-21, 2009.

Perez, A.J. et al. Correlação entre variáveis antropométricas e o comprimento e a frequência da braçada de nadadores do Espírito Santo. *Revista Mackenzie de educação física e esporte*, v. 10, n. 1, 2011.

Seifert, L. et al. Effect of breathing pattern on arm coordination symmetry in front crawl. *The journal of strength & conditioning research*, v. 22, n. 5, p. 1670-1676, 2008.

Silva, A.J., Rouboa, A., Moreira, A., Reis, V.M., Alves, F, Vilas-Boas, J.P., Marinho, D.A. Analysis of drafting effects in swimming using computational fluid dynamics. *J sports sci med*. 2008 Mar 1;7(1):60-6. PMID: 24150135; PMCID: PMC3763353.

Toussaint, H., & Truijens, M. (2005). Biomechanical aspects of peak performance in human swimming. *Animal biology*, 55(1), 17–40. doi:10.1163/1570756053276907

Toussaint, H. M., & Beek, P. J. (1992). Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports medicine*, 13, 8-24.