

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança  
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano - Mestrado

Dissertação de mestrado:  
Nado crawl realizado em águas abertas e em piscina:  
comparações de variáveis biomecânicas e de percepção de  
esforço

**Josias Pontes Guedes**

**Porto Alegre, julho de 2023**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança  
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano - Mestrado

Nado crawl realizado em águas abertas e em piscina: comparações de  
variáveis biomecânicas e de percepção de esforço

**Josias Pontes Guedes**

Dissertação elaborada sob  
orientação do prof. Flávio de  
Souza Castro como requisito  
parcial para obtenção do título de  
mestre em Ciências do Movimento  
Humano

**Porto Alegre, julho de 2023**

## CIP - Catalogação na Publicação

Guedes, Josias Pontes

Nado crawl realizado em águas abertas e em piscina: comparações de variáveis biomecânicas e de percepção de esforço / Josias Pontes Guedes. -- 2023.  
49 f.

Orientador: Flávio Antônio de Souza Castro.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Porto Alegre, BR-RS, 2023.

1. natação. 2. desempenho. 3. cinemática. 4. eficiência propulsiva. I. Castro, Flávio Antônio de Souza, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

## **Agradecimentos**

Ao professor Flávio Antônio de Souza Castro pela oportunidade dada a mim em fazer parte do Grupo de Pesquisas em Esportes Aquáticos da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Agradeço por toda orientação e conhecimento me transmitido e por me conduzir na formação como pesquisador. És minha referência na área. À professora Anelise Reis Gaya pela sua contribuição na minha formação. Aos colegas do GPEA Anita Falk, Camila Dias, Caroline Nazario, Cássia Trindade, Daniela Gonzalez, Daniela Ongaratto, Dieisson Vasques, Diego Paixão, Felipe Dubal, Gabriel Aguiar, Marcos Zimermann, Othávio Backes e Ricardo Correa pelo acolhimento, dicas e ajuda constante. Ao Vítor Saraiva, José Guilherme e Paulo Saraiva, responsáveis pelo Viva RS, empresa especializada em eventos em Águas Abertas no estado do Rio Grande do Sul, que abriram espaço para a pesquisa em Águas Abertas, cedendo espaço e colaborando com estrutura para a coleta de dados. Aos participantes da pesquisa pelo excelente trabalho durante as coletas. Aos meus pais, Ubirajara Guedes e Rosy Guedes pela minha formação como pessoa e por sempre apoiarem as minhas decisões. A minha irmã Josianne Guedes, meu cunhado Ardiles Dal Sant e sobrinha Júlia Dal Sant pela amizade e momentos de lazer, muito importante para a manutenção do foco durante os estudos. Aos meus sogros Carlos Felizzola, Fátima Rebello e cunhado Guilherme Felizzola por também me apoiarem durante esta jornada. A minha esposa Marília Felizzola pela paciência, compreensão, ajuda e companheirismo onde em vários momentos realizou mudanças na rotina para me dar espaço aos estudos. As minhas filhas Laura Felizzola e Helena Felizzola por me proporcionarem momentos de muita felicidade. E por fim a Deus pois sem ele nada disso seria possível.

Gratidão eterna!

## Apresentação

Esta dissertação de mestrado, que versa sobre o nado crawl realizado em águas abertas e em piscina, está organizada nas seguintes partes:

- I. Introdução e objetivos;
- II. Revisão da literatura;
- III. Artigo original submetido à periódico, deste modo apenas o resumo é apresentado neste arquivo;
- IV. Considerações finais da dissertação;
- V. Referências;
- VI. Apêndices e Anexos.

Esta pesquisa foi devidamente aprovada pela Comissão de Pesquisa da ESEFID e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, sob número CAEE 63576022.0.0000.5347 (Anexo 1). Resultados de comparações, correlação e concordância entre dois métodos utilizados neste estudo, como material suplementar, estão no Apêndice 1.

Com dados parciais desta dissertação, foram elaborados e submetidos ao *XIV World Symposium in Biomechanics and Medicine in Swimming* dois resumos: (i) *Swimming spatial-temporal variables obtained with manual timekeeping and video analysis: comparison, correlation, and agreement* e (ii) *Front crawl in open-water: actual distance swun, kinematics, and arm stroke efficiency*, ambos no Apêndice 2.

## Lista de abreviaturas, símbolos e unidades

ciclos/min	Ciclos por minuto, unidade de medida frequência de ciclos de braçadas
g/cm <sup>3</sup>	Grama por centímetro cúbico, unidade de medida de densidade
GPS	Sistema de Posicionamento Global
°C	Graus célsius, unidade de medida de temperatura
Hz	Hertz, unidade de medida de frequência
L	Distância linear entre o centro do ombro e o centro da mão quando esta se encontra abaixo do ombro, ao meio da fase propulsiva da braçada.
m	Metros, unidade de medida de comprimento
m/s	Metros por segundo, unidade de medida de velocidade linear
m <sup>2</sup> /s	Metros ao quadrado por segundo, unidade de medida de índice de nado
$\eta_p$	Eficiência propulsiva média da braçada
OWS	Natação em águas abertas
%	Percentual
PS	Natação em piscina
RPE	Percepção subjetiva de esforço
SI	Índice de nado
SL	Distância média percorrida pelo corpo por ciclo de braçadas
SL%	Distância média percorrida por ciclo de braçada normalizada pela envergadura
SR	Frequência média de ciclos de braçadas
v	Velocidade média de nado

## Resumo

A natação em águas abertas (OWS) é uma modalidade que está presente em Campeonatos Mundiais desde 1991 e sua estreia nos Jogos Olímpicos ocorreu em 2008. Se comparada à natação em piscina (PS), OWS apresenta maior complexidade por várias intercorrências possíveis durante a prova (mudanças de fatores ambientais, variações nas temperaturas da água e do ambiente, radiação solar e influências de marés). Os objetivos desta dissertação foram comparar variáveis biomecânicas, percepção de esforço e carga interna obtidas em testes máximos de 2000 m nado crawl realizados pelos mesmos nadadores em OWS e em PS. Participaram do estudo 15 nadadores do sexo masculino, todos másters e experientes em provas de águas abertas, mas que treinam regularmente em piscina. Estatura, massa e envergadura foram registradas. Foram realizados testes de 2000 m em OWS e PS e de ambos os ambientes foram obtidos de quatro trechos (35 a 45 m, 685 a 695 m, 1335 a 1345 m e 1985 a 1995 m) distância média percorrida por ciclo de braçada (SL), distância média percorrida pelo corpo corrigida pela envergadura (SL%), frequência média de ciclos de braçada (SR), velocidade média de nado ( $v$ ), índice médio de nado (SI) e eficiência propulsiva média da braçada ( $\eta_p$ ). Imediatamente antes e após cada teste, a percepção subjetiva de esforço (RPE) foi mensurada e a carga interna foi calculada. ANOVA fatorial mista (2 ambientes x 4 trechos) foi aplicada, com post-hoc de Bonferroni e tamanho de efeito  $\eta^2$  parcial. Cálculos foram realizados no SPSS v.23.0 para  $\alpha = 0,05$ . Tempo para realizar os 2000 m em OWS foi maior do que em PS e  $v$ , SL, SI, SL% e  $\eta_p$  foram maiores em PS ( $p < 0,05$ ) em comparação à OWS; SR foi maior em OWS ( $p < 0,05$ ) em comparação à PS. De modo geral, os comportamentos das variáveis ao longo dos trechos, para os dois ambientes, foram similares. Além disso, a RPE foi similar nos dois ambientes, porém a carga interna foi maior em OWS do que em PS, devido ao tempo do esforço maior em OWS. Indicadores técnicos foram melhores em PS, tais resultados implicam na necessidade de realização de treinos também em OWS.

**Palavras-chaves:** natação; desempenho; cinemática; eficiência propulsiva

## Abstract

Open water swimming (OWS) is a modality that has been present in World Championships since 1991 and its debut at the Olympic Games took place in 2008. Compared to pool swimming (PS), OWS is more complex due to several possible interferences during the race (changes in environmental factors, variations in water and ambient temperatures, solar radiation, and tidal influences). The objectives of this dissertation were to compare biomechanical variables, perceived exertion rate and internal load obtained in maximum tests of 2000 m front crawl stroke performed by the same swimmers in OWS and PS. The study included 15 male swimmers, all masters and experienced in open water competitions, but who regularly train in pool. Height, mass, and arm span were recorded. Tests of 2000 m were performed in OWS and PS and from both environments were obtained from four stretches (35 a 45 m, 685 a 695 m, 1335 a 1345 m e 1985 a 1995 m) average distance covered per stroke cycle (SL), distance covered by the body corrected for arm span (SL%), stroke rate (SR), swimming speed ( $v$ ), stroke index (IN), and arm stroke efficiency ( $\eta_p$ ). Immediately before and after each test, rate of perceived exertion (RPE) was measured, and internal load was calculated. Mixed factorial ANOVA (2 environments x 4 stretches), with post-hoc Bonferroni and partial  $\eta^2$  effect size were performed in SPSS v.23.0 for  $\alpha = 0.05$ . Performance time to swim the 2000 m in OWS was greater than in PS, and  $v$ , SL, SI, SL%, and  $\eta_p$  were higher in PS ( $p < 0.05$ ) compared to OWS, and SR was higher in OWS ( $p < 0.05$ ) compared to PS. In general, the behaviours of the variables along the stretches, for both environments, were similar. In addition, the RPE was similar in both environments, however, the internal load was greater in OWS than in PS, due to the greater effort time in OWS. Technical indicators were better in PS, such results imply the need to carry out training in OWS as well as in PS.

**Keywords:** swimming; performance; kinematics; propulsive efficiency



## Lista de Quadros

Quadro 1- Dados de SL de diferentes estudos.....	19
Quadro 2- Dados de SR de diferentes estudos .....	22
Quadro 3- Dados de $v$ de diferentes estudos .....	25
Quadro 4 – Dados de SI de diferentes estudos.....	27
Quadro 5 - Dados de $\eta P$ de diferentes estudos.....	29
Quadro 6 - Comparações entre PS e OWS (adaptado de Barbosa, 2016).....	31

## Sumário

Introdução e objetivos .....	11
2 Revisão da Literatura.....	14
3 Artigo Original .....	33
Biomechanical demand of 2 km front crawl in pool and open water swimming .....	33
Abstract .....	33
<i>“por motivos de direitos autorais, apenas o resumo do artigo está neste arquivo da dissertação”</i> .....	33
<i>“for copyright reasons, only the abstract of the article is in this dissertation file”</i> .....	33
4 Considerações Finais da Dissertação .....	34
Referências .....	35
Apêndice 1 .....	42
Apêndice 2 .....	45
Anexo 1 .....	48

## Introdução e objetivos

A natação em águas abertas (OWS), com fins competitivos, entrou em evidência nos últimos anos, porém Machado (1978) afirma que já há muitos anos as pessoas praticam natação, seja como necessidade, como forma de recreação ou no sentido de competição, em ambientes fora de piscinas. Conforme a Federação Internacional de Natação (em 2023 passou a se chamar World Aquatics), nas regras oficiais de natação em águas abertas (<https://www.fina.org/content/fina-rules>), a OWS é definida como qualquer competição de natação que ocorra em rios, lagos, oceanos ou canais de água, exceto para eventos de 10 km, que são chamados “Maratona de Natação”. O interesse pela OWS aumentou desde a introdução do primeiro Campeonato Mundial da FINA com a prova de 25 km em Perth, Austrália em 1991 e sua estreia nos Jogos Olímpicos de Pequim em 2008 com a prova de 10 km (SHAW et al, 2014). As distâncias de 5 e 10 km estão presentes em campeonatos mundiais e a temperatura da água deve ser de no mínimo 16°C e no máximo 31°C (worldaquatics.com).

Os competidores variam desde nadadores de grupos etários, como os másters (VANHEEST et al, 2004), a nadadores especialistas em provas de natação em piscina de média e longa distância que passaram a competir na OWS após a inclusão nos Jogos Olímpicos (BALDASSARE et al, 2019). A FINA não detém recordes mundiais oficiais para a OWS, pois o clima e as condições da água podem afetar o tempo de prova (ZINGG et al, 2014). O nado utilizado em provas mais longas, seja OWS ou PS, é o nado crawl, mais econômico e veloz (BARBOSA e VILAS-BOAS, 2005), cujo desempenho está relacionado a aspectos biomecânicos, como os cinemáticos e a eficiência propulsiva (CASTRO et al, 2021) e fisiológicos ou integrativos, como a percepção subjetiva de esforço (FRANKEN et al, 2018) e a carga interna (RODRÍGUEZ- ZAMORA, 2014), entre outros.

A OWS tem desafios específicos e únicos (VANHEEST et al, 2004). Em comparação com a PS, em OWS ocorrem mudanças de fatores ambientais, incluindo variações nas temperaturas da água e do ambiente, radiação solar e influências da maré (SHAW et al, 2014). Os nadadores de

OWS competem por longos períodos em água fria e condições adversas (VANHEEST et al, 2004) e são capazes de se adaptar a diferentes condições ambientais e estratégias de prova de seu oponente, sendo um esporte de habilidade aberta se comparado a PS (BALDASSARE et al, 2017).

O objetivo da natação competitiva (tanto em OWS, quanto em PS) é realizar a distância da prova o mais rápido possível, sob as regras estabelecidas, para isso os nadadores devem atingir sua maior velocidade média para a distância (FIGUEIREDO et al, 2013). O produto entre a distância média percorrida por ciclo de braçada (SL) e frequência média de ciclos de braçada (SR) é a velocidade média de nado ( $v$ ) (puro, sem efeitos das impulsões em bordas). Tais variáveis indicam as estratégias cinemáticas de cada nadador para atingir e manter a  $v$  alvo (FIGUEIREDO et al, 2013). Já o produto entre a  $v$  a SL indica o índice médio de nado (SI), parâmetro relacionado à adequação mecânica do nado às demandas da tarefa (COSTILL et al, 1985).

Considerando aspectos biomecânicos (CRAIG et al, 1979) e fisiológicos (WAKAYOSHI et al, 1995; CORREIA et al, 2020), relacionados ao treinamento e ao desempenho em natação, a SL é fortemente influenciada pela técnica de nado, pela envergadura e pela capacidade de produção de força propulsiva de cada nadador. Em relação aos efeitos da envergadura, é possível normalizar a SL pela envergadura (CASTRO et al, 2005) para melhor comparação entre situações e entre nadadores, por exemplo. Assim, a SL normalizada pela envergadura (SL%) indica o quanto da envergadura, em termos percentuais, é realmente aproveitada por cada nadador. Já a SR, para se manter a velocidade de nado desejada, depende do adequado aporte energético à tarefa.

Ao passo que o nadador aplica força na água, esta se deforma e nem toda a força aplicada torna-se propulsiva. O percentual da força aplicada nas braçadas que realmente contribui à propulsão pode ser estimado pela eficiência propulsiva média da braçada ( $\eta P$ ) (CASTRO et al, 2021). Para se conhecer o estado geral de um indivíduo, relativo a seu esforço em tarefas físicas, percepção subjetiva de esforço (RPE) tem sido utilizada em diversas modalidades, além da natação (FRANKEN et al, 2018). A RPE é um parâmetro integrativo de diversas respostas ao exercício (GREEN et al,

2005). Já a carga interna pode ser estabelecida pelo produto entre a RPE da tarefa e a duração total da tarefa (FOSTER et al, 2001). Deste modo, considerando os diferentes ambientes de prática da natação, estabeleceu-se o seguinte problema de pesquisa: quais as diferenças entre as variáveis biomecânicas e de percepção de esforço na natação em piscina e águas abertas?

Assim, o objetivo geral desta dissertação foi comparar variáveis biomecânicas e percepção subjetiva de esforço do nado crawl executado em águas abertas e em piscina. Já os objetivos específicos foram comparar entre os ambientes: distância média percorrida por ciclo de braçada (SL), frequência média de ciclos de braçada (SR), velocidade média de nado ( $v$ ), índice médio de nado (SI), distância média percorrida por ciclo de braçada normalizada pela envergadura (SL%), eficiência propulsiva média da braçada ( $\eta P$ ), percepção subjetiva de esforço (RPE) e carga interna.

## 2 Revisão da Literatura

Esta revisão envolve os temas cinemática da natação (distância média percorrida por ciclo de braçada, frequência média de ciclos de braçada, velocidade média de nado, índice médio de nado), eficiência propulsiva, percepção subjetiva de esforço e carga interna, e natação em águas abertas e piscina.

O desempenho na natação envolve questões psicológicas, genéticas e ambientais (QUEIROGA et al, 2004), porém grande parte do resultado se dá pelas variáveis biomecânicas e fisiológicas (ALBERTY et al, 2006). Sustentar a alta taxa metabólica (metabolismo aeróbio) por períodos prolongados é um dos requisitos mais importantes para um nadador de águas abertas (DI PRAMPERO 1986, ZAMPARO et al, 2020).

A natação, por ser realizada no meio aquático, que, por sua vez apresenta uma maior resistência ao avanço devido a suas características físicas (densidade =  $1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) em relação ao ar (densidade =  $0,00129 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ), é um esporte altamente dependente da habilidade técnica do nadador (CAPUTO et al, 2000). Dessa maneira, Craig et al (1985) propõem que os fatores biomecânicos, os quais interferem sobre o arrasto e/ou desenvolvimento de força propulsiva, influenciam mais no desempenho do que a própria capacidade de produção de energia. Amadio (2011) caracteriza a biomecânica como uma área de conhecimento fortemente envolvida na identificação de parâmetros capazes de influenciar o rendimento esportivo. Oliveira et al (2012) afirmam que as habilidades biomecânicas necessárias para a natação são mais importantes para a economia metabólica se comparada à corrida e ao ciclismo. Craig et al (1985) destacam ainda que, dentre os fatores biomecânicos, além dos cinéticos como as forças de arrasto e propulsão, destacam-se os cinemáticos, relacionados à descrição e análise do movimento a partir da posição, do tempo e de suas derivadas.

O desempenho na natação é determinado em grande parte pela habilidade que se reflete em o nadador impulsionar seu corpo na água com o menor custo fisiológico possível (PELAYO et al, 1997). A eficiência em gerar forças propulsivas e reduzir o arrasto está inversamente relacionada ao

gasto energético na natação e é um dos principais determinantes do desempenho (PETERSON et al, 2017). Toussaint e Beek (1992) afirmam que o sucesso de um nadador é determinado pela capacidade de gerar força propulsiva, enquanto reduz o arrasto. Dessa forma, para gerar força propulsiva, o nadador acelera determinada massa de água, transferindo uma quantidade de energia cinética para a água. Isso faz com que uma parte da energia produzida pelo nadador seja utilizada para movimentar a água para diferentes direções, no lugar de movimentar o nadador para frente. Assim, a diferença entre a potência total produzida e a gasta para acelerar as massas de água pode ser identificada pela eficiência propulsiva da braçada.

O desempenho máximo na natação é conseguido por meio da associação entre a máxima potência metabólica (aeróbia e anaeróbia) e economia de locomoção do atleta (maximizar propulsão e minimizar resistência) (CAPUTO et al, 2006). Toussaint e Beek (1992), destacam a forte relação entre a distância média percorrida por ciclo de braçada (SL) com a eficiência propulsiva da braçada ( $\eta P$ ). Já a percepção subjetiva de esforço, de acordo com Teixeira e Rama (2016), é a sensação de quão pesada e exaustiva é uma tarefa, fornecendo informações essenciais para determinar o grau de bem-estar ou nível de ameaça que o treinamento gera.

## 2.1 Cinemática da natação

Dentre os parâmetros cinemáticos da natação, destacam-se a distância média percorrida pelo corpo a cada ciclo de braçadas (SL), a frequência média de ciclo de braçadas (SR), a velocidade média de nado ( $v$ , produto entre SL e SR) e o índice médio de nado (SI - produto entre SL e  $v$ ). Barden e Kell (2009) trazem a importância de compreender as relações entre os SL e SR, além da  $v$ , para o desenvolvimento técnico dos nadadores de elite. No nado crawl, um ciclo de braçadas é definido pela entrada de uma mão na água até a próxima entrada da mesma mão na água (HAY e GUIMARÃES, 1983).

### 2.1.1 Distância média percorrida pelo corpo a cada ciclo de braçadas (SL)

SL é a distância média percorrida pelo corpo a cada ciclo de braçadas (HAY e GUIMARÃES, 1983). De acordo com Hay e Guimarães (1983), a SL possui relações positivas com  $v$  e negativas com SR. Pesquisas em grandes competições mostraram que SL mais longas são em grande parte responsáveis para as velocidades mais altas em nadadores masculinos e de elite (TOUSSAINT e BEEK, 1992) e um dos principais determinantes para o desempenho em provas de meia distância (COSTILL et al, 1985). Segundo Craig e Pendergast (1979), Craig et al (1985) e Toussaint e Beek (1992), a SL é um índice de eficiência propulsiva. Além disso, pode ser utilizada para avaliar progressos individuais nas técnicas de nado (CASTRO e MOTA, 2008). Castro e Mota (2008) afirmam que o treinamento oferece uma resposta crônica para o incremento da SL no aumento da  $v$ , ao melhorar tanto a capacidade de geração de força dos músculos dos ombros relacionados à propulsão, quando pela melhoria da técnica em aplicação da força que gera propulsão. De acordo com Pelayo et al (1997), a SL é um dos fatores que podem melhorar o desempenho de nadadores amadores.

Hay e Guimarães (1983) analisaram 14 nadadores competitivos na prova de 200 jardas nado livre. Concluíram que a principal causa da queda de  $v$  ao longo da distância foi a dificuldade em manter a SL em valores mais altos. Craig et al (1985) afirmam que uma das possibilidades de o nadador reduzir a SL está relacionada ao aumento de arrasto gerado pela fadiga durante a prova. Barden e Kell (2009) relacionaram as variáveis cinemáticas com a velocidade crítica (definida como a velocidade que teoricamente pode ser mantida por longo tempo sem exaustão - BARDEN e KELL, 2009) em 11 nadadores competitivos realizando um teste de 8 repetições 100 m, em intensidade progressiva. Dos 11 participantes, cinco realizaram o teste no nado crawl, nos quais a SL diminuiu conforme foi aumentando a intensidade em direção ao limiar anaeróbio e quando não foi mais possível aumentar a velocidade. Essa diminuição na SL ocorreu na intensidade cuja  $v$  era similar à velocidade crítica (entre a 4ª e 5ª repetições de 100 m), após a SL se manteve constante.

Zacca et al (2020) realizaram quatro estudos independentes com 38



nadadores competitivos na distância de 5 km em piscina e águas abertas comparando aspectos fisiológicos e cinemáticos. No primeiro estudo, realizado com 10 nadadoras e 11 nadadores, de níveis nacional e internacional, disputando a fase classificatória do campeonato português na prova de 5 km em piscina, observou-se uma redução da SL durante a prova, e em comparação com seu valor médio (2,50m), em 1000 m e 2000 m a SL dos nadadores foi acima da média (2,60 m e 2,55 respectivamente). Nos 4000 m e 5000 m, os valores ficaram abaixo da média (2,45 m e 2,40 m respectivamente). Entre as nadadoras o valor médio ficou em 2,00 m. No segundo estudo, em piscina de 50 m, foi realizado um teste de 5 repetições de 1000 m com intervalo de 30 s entre cada repetição. Houve diminuição na SL nos últimos 1000 m em comparação às demais repetições. O terceiro estudo foi realizado com uma nadadora olímpica em piscina com coleta e análise de gases respiratórios e o teste foi semelhante ao do estudo 2. Nesse estudo, ocorreram pequenas variações em SL e uma pequena diminuição no final do teste. O último estudo realizado em OWS, com coleta e análise de gases respiratórios, foi realizado com três nadadoras e quatro nadadores, de forma semelhante aos estudos 2 e 3. Nesse houve pequenas flutuações em SL ao longo das distâncias nadadas. Estes resultados confirmam os estudos anteriores os quais encontraram diminuição da SL relacionada à fadiga.

Zamparo et al (2005) investigaram SL, SR e custo energético em 10 nadadores de elite em teste de três repetições de 400 m em velocidade progressiva, uma repetição de 2000 m em ritmo de 10 km/h e mais três repetições de 400 m. Os valores médios de SL foram de 2,06 m dos testes de 400 m e 2,04 m no teste de 2000 m. Após o teste de 2 km, ocorreram diminuições na SL exceto no último trecho de 400 m que manteve os valores de SL se comparado ao último trecho de 400 m antes dos 2000 m. Belmonte et al (2023) compararam a estratégia de ritmo de 30 nadadores de elite em um teste de 3000 m em piscina e verificaram diminuições de SL na segunda metade do teste. Nos primeiros 500 m o valor de SL foi 2,30 m, e até os 1000 m ocorreram aumentos na SL atingindo 2,35 m. A partir deste trecho, ocorreram diminuições na SL, e ao final do teste ocorreram valores de 2,26 m. O Quadro 1 apresenta dados de SL de diferentes estudos selecionados com as respectivas informações dos mesmos.

Quadro 1- Dados de SL de diferentes estudos.

<b>Estudo</b>	<b>Protocolo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Valores de SL</b>
Hay e Guimarães (1983)	200 jardas nado livre	14 nadadores	1,95 ± 0,15 m
Barden e Kell (2009)	8 repetições de 100 m	11 nadadores	111 ± 0,7% da SL relativa à velocidade crítica
Zacca et al (2020) – estudo 1	5 km em piscina	11 nadadores 10 nadadoras	2,50 ± 0,10 m 2,00 ± 0,05 m
Zacca et al (2020) – estudo 2	5 repetições de 1000 m em piscina 30 s intervalo	6 nadadores 4 nadadoras	2,50 ± 0,08 m 2,25 ± 0,05 m
Zacca et al (2020) – estudo 3	5 repetições de 1000 m em piscina Coleta de gases respiratórios 30 s intervalo	1 nadadora (Estudo de Caso)	2,12 ± 0,05 m
Zacca et al (2020) – estudo 4	5 repetições de 1000 m em piscina Coleta de gases respiratórios 30 s intervalo	4 nadadores 3 nadadoras	2,35 ± 0,08 m 2,18 ± 0,10 m
Simbaña-Escobar et al (2017)	200 m nado crawl máximo	16 nadadores 16 nadadoras	2,50 ± 0,1 m 2,20 ± 0,1 m
Castro et al (2021)	200 m nado crawl máximo	11 nadadores	2,35 ± 0,6 m
Zamparo et al (2005)	3 x 400 progressivo 30" intervalo 1 x 2000 ritmo de 10km 3 x 400 progressivo 30" intervalo	5 nadadores 3 x 400 (pré 2 km) 1 x 2000 3 x 400 (pós 2 km)	2,06 a 2,15 m 2,04 ± 0,07 m 2,06 a 2,11 m
Belmonte et al (2023)	3000 m nado livre	17 nadadores 13 nadadoras	2,26 a 2,35 m

### 2.1.2 Frequência Média de Ciclos de Braçadas (SR)

A SR é o número médio de ciclos de braçada executados em um dado intervalo de tempo e é expressa normalmente em ciclos/min ou Hz (CHOLLET et al, 1999). É dependente do tempo que se gasta na execução de cada uma das duas fases reconhecidas da braçada: de propulsão e de recuperação (CASTRO et al, 2005). Existe uma relação negativa entre SR e

SL: aumento da SR deve gerar diminuição da SL e com o aumento da SL ocorrem diminuições na SR (FRANKEN et al, 2018). De acordo com Rodriguez et al (2021) os nadadores mais técnicos mantêm a velocidade com menor SR em relação aos menos técnicos. A SR é um parâmetro chave no controle da intensidade da natação que pode prever o desempenho (CHOLLET et al, 1996), gasto energético (ZAMPARO et al, 2005), habilidade técnica (HELLARD et al, 2008) e nível de fadiga dos nadadores (TOUSSAINT et al, 2006). Barden e Kell (2009) indicam que 90% do aumento da velocidade ocorre pelo aumento da SR. Craig et al (1985) constataram que maiores velocidades são encontradas nas distâncias mais curtas e são associadas a maiores valores de SR. Craig et al (1985) compararam finalistas olímpicos com um grupo não finalista da prova de 800 m nado livre. O diferencial entre os grupos foi um aumento progressivo de SR nos 400 m finais no grupo finalista.

Barden e Kell (2009), em um estudo com 11 nadadores competitivos, constataram uma forte relação linear entre SR e  $v$  até a intensidade que a velocidade crítica foi atingida, e após, SR aumentou de forma progressiva. Simbaña-Escobar et al (2017) analisaram o desempenho de 32 nadadores na prova de 200 m nado livre com um grupo que competiu no Campeonato Francês e outro no Campeonato Mundial de Natação, em 2015. Nesta comparação entre nadadores de nível nacional e internacional, foi constatado que a SR de ambos os grupos finalistas diminuiu dos 50 aos 100 m e aumentou nos últimos 50 m. Além disso, a SR foi maior nos finalistas internacionais ( $45,1 \pm 2,5$  ciclos/min) em relação aos nacionais ( $43,1 \pm$  ciclos/min) e na primeira parcial de 50 m, a SR foi maior em mulheres ( $45,6 \pm 2,8$  ciclos/min) do que em homens ( $43,8 \pm 2,1$  ciclos/min).

Em OWS, Rodriguez et al (2021) analisaram a SR de 175 competidores de OWS (homens e mulheres). Houve diferença entre os sexos: as nadadoras apresentaram maior valor de SR. Tal fato pode ser explicado por menor área de superfície das nadadoras (PELAYO et al, 1996) em comparação a nadadores. Em relação à prova os nadadores mantiveram SR semelhante nos 10 e 25 km. Independente do sexo, nos 10 km, os melhores classificados mantiveram seus valores de SR na primeira metade da prova, aumentando a SR média na segunda metade. Na prova de 25 km

ocorreram variações na SR: os nadadores melhores classificados apresentaram variações ao longo da prova com aumento no início, diminuição na metade e novo aumento no final da prova. Os piores classificados não conseguiram aumentar o ritmo na segunda metade e a média de SR ao longo da prova foi maior do que os melhores classificados. As nadadoras diminuíram a SR no início da prova depois mantiveram os valores de SR.

Já nos quatro estudos independentes de Zacca et al (2020) realizados com PS e OWS, a SR não variou de modo significativo no teste de 5000 m em piscina (Estudo 1). No estudo 2 (4 nadadoras e 6 nadadores), realizado com teste de cinco repetições de 1000 m, não houve diferenças significativas na SR ao longo do teste. Já no estudo 3 (estudo de caso com uma nadadora olímpica), com teste de 5 repetições de 1000 m, ocorreram pequenas alterações na SR passando de 33,9 ciclos/min nos primeiros 1000m para 35,4 ciclos/min nos últimos 1000 m. Já no estudo em OWS, a SR teve um aumento significativo nos últimos 1000 m do teste de 5 repetições de 1000 m. Zamparo et al (2005) investigaram SL, SR e custo energético em 10 nadadores de elite em teste de três repetições de 400 m em velocidade progressiva, uma repetição de 2000 m em ritmo de 10 km m, e mais três repetições de 400 m, e os valores de SR foram 37,6 ciclos/min a 43,5 ciclos/min nos testes de 400m. Já no teste de 2000 m o valor médio de SR foi de 42,4 ciclos/min. Já os valores de SR do teste de três repetições de 400 m após o teste de 2000 m foram maiores do que os do teste anterior ao 2000 m. Belmonte et al (2023) compararam a estratégia de ritmo de 30 nadadores de elite em um teste de 3000 m em piscina e não foram observadas diferenças de SR durante o teste, pois os valores ficaram entre 37,80 ciclos/min a 38 ciclos/min exceto nas primeira e última volta de 50 m, onde os valores de SR foram mais elevados, atingindo valores de 41,75 ciclos/min na primeira e 40,25 ciclos/min na última volta. O Quadro 2 apresenta dados de SR de diferentes estudos selecionados com as respectivas informações dos mesmos.

Quadro 2- Dados de SR de diferentes estudos.

Estudo	Protocolo	Amostra	Valores de SR
Hay e Guimarães (1983)	200 jardas nado livre	14 nadadores	1,25 ± 0,01 Hz
Barden e Kell (2009)	8 repetições de 100 m	11 nadadores	125% ± 17% da SR relativa à velocidade crítica
Zacca et al (2020) – estudo 1	5 km em piscina	11 nadadores 10 nadadoras	32,5 ± 0,1 ciclos/min 37,5 ± 0,1 ciclos/min
Zacca et al (2020) – estudo 2	5 repetições de 1000 m em piscina 30 s intervalo	6 nadadores 4 nadadoras	32,5 ± 0,5 ciclos/min 34,5 ± 0,5 ciclos/min
Zacca et al (2020) – estudo 3	5 repetições de 1000 m em piscina Coleta de gases respiratórios 30 s intervalo	1 nadadora (estudo de caso)	34,6 ± 0,7 ciclos/min
Zacca et al (2020) – estudo 4	5 repetições de 1000 m em piscina Coleta de gases respiratórios 30 s intervalo	4 nadadores 3 nadadoras	35,0 ± 2,5 ciclos/min 34,0 ± 3,0 ciclos/min
Simbaña-Escobar et al (2017)	200 m nado crawl máximo	16 nadadores 16 nadadoras	44,0 ± 2,5 ciclos/min 44,1 ± 2,5 ciclos/min
Castro et al (2021)	200 m nado crawl máximo	11 nadadores	42,0 ± 1,2 ciclos/min
Rodriguez et al (2021)	10 e 25 km em águas abertas (média dos primeiros colocados)	73 nadadores 10km 64 nadadoras 10km 22 nadadores 25km 16 nadadoras 25km	36,02 ± 4,44 ciclos/min 41,35 ± 4,02 ciclos/min 34,02 ± 3,65 ciclos/min 37,30 ± 3,65 ciclos/min
Zamparo et al (2005)	3 x 400 m progressivo 1 x 2000 3 x 400 m progressivo	5 nadadores 3 x 400  (pré 2km) 1 x 2000  3 x 400 (pós 2km)	37,6 a 42,3 ciclos/min 42,4 ± 0,9 ciclos/min 38,7 a 43,5 ciclos/min
Belmonte et al (2023)	3000 m nado livre	17 nadadores 13 nadadoras	37,5 a 41,75 ciclos/min

### 2.1.3 Velocidade Média de Nado ( $v$ )

A velocidade média de nado ( $v$ ) é o quociente entre a variação da distância e a variação do tempo. Porém, sem efeitos de saída e viradas, em todos os nados a  $v$  é o produto entre SL e SR (CRAIG e PENDERGAST, 1979; HAY e GUIMARÃES, 1983). A  $v$  máxima é alcançada pela combinação entre SL e SR (CRAIG et al, 1985) e variação na  $v$  ocorre pelos aumentos e/ou diminuições em SL e SR (CAPUTO et al, 2000), assim  $v$  possui relação positiva com SL e SR (HAY e GUIMARÃES 1983). Yanai (2003) afirma que o incremento da  $v$  pode acontecer sob duas condições: agudamente, quando ocorre aumento de SR e cronicamente, em resposta a treinamento, quando ocorre aumento de SL.

Craig e Pendergast (1979) identificaram que a prova de 1500 m nado livre para homens era realizada em menor  $v$ , mas com a mesma SR que a prova de 400 m nado livre, mas a SL foi menor na prova de 1500 m. Os autores abordam a importância, para o nadador, em ajustar SL e SR para atingir maior  $v$ . A capacidade de atingir maior  $v$  está diretamente ligado à SL máxima. Os nadadores que tiveram SL mais longo e menor SR alcançaram maior  $v$ . Se um nadador não apresentar SL longa, ocorre maior dependência da SR, podendo ocasionar fadiga precoce. Craig et al (1985) apontam outras situações nas quais pode ocorrer um aumento na  $v$ : aumento da SL sem mudança na SR, pelo aumento da SR sem alterar a SL, e pelo aumento de ambas, SL e SR.

Em estudo de Craig et al (1985) com nadadores norte-americanos participantes da seletiva para os Jogos Olímpicos de 1984, foram comparadas, entre o grupo finalista e os não finalistas, as variáveis cinemáticas e se constataram maiores  $v$  e SL e menor SR nos finalistas das provas comparando aos não finalistas. Os finalistas conseguiam ter maior  $v$  com maior SL, o que poderia evitar fadiga precoce. Mesma conclusão do estudo do mesmo autor em 1979: "se um nadador não tiver uma SL longa, ocorre maior dependência de maior SR podendo ocasionar fadiga.

Nos quatro estudos independentes de Zacca et al (2020) realizados com OS e OWS, ocorreram diminuições em  $v$  durante a prova de 5km em

piscina (estudo 1), os nadadores passaram de 1,40 m/s para 1,30 m/s e as nadadoras de 1,28 m/s para 1,23 m/s, ou seja, comparando com seu valor médio foi observado maior  $v$  nos primeiros 1000 m. No estudo dois (quatro nadadoras e seis nadadores) realizado com teste de 5 repetições de 1000 m em piscina não ocorreram mudanças significativas em  $v$ . Já no estudo três (estudo de caso com uma nadadora olímpica), com teste de 5 repetições de 1000 m,  $v$  permaneceu estável até os 3000m (1,27 m/s), passando para 1,25 m/s nos 5000 m. No estudo quatro, realizado em OWS, ocorreram grandes mudanças em  $v$ : no início da prova  $v$  estava abaixo da média (1,26 m/s para nadadores e 1,18 m/s entre as nadadoras) e nos 5000m ocorreu aumento de  $v$  (1,40 m/s para nadadores e 1,32 m/s entre as nadadoras).

Em estudo de Zamparo et al (2005), com 10 nadadores de elite em teste de três repetições de 400 m em velocidade progressiva, uma repetição de 2000 m em ritmo de 10 km m, e mais três repetições de 400 m, os valores médios de  $v$  nos testes de 400m foram 1,35 m/s a 1,50 m/s. No teste de 2000 m o valor médio de  $v$  foi 1,43 m/s. A  $v$  média mantida nos 3 x 400 m após o teste de 2000m não tiveram diferenças significativas em relação aos 3 x 400 m antes do teste de 2000m. Belmonte et al (2023) compararam a estratégia de ritmo de 30 nadadores de elite em um teste de 3000 m em piscina e a  $v$  na primeira metade foi maior que o da segunda metade do teste em nadadores e nadadoras. Entre os nadadores ocorreu maior  $v$  na primeira volta (50 m) em relação às demais voltas. O Quadro 3 apresenta dados de  $v$  de diferentes estudos selecionados com as respectivas informações dos mesmos.

Quadro 3 - Dados de  $v$  de diferentes estudos.

Estudo	Protocolo	Amostra	Valores de $v$
Hay e Guimarães (1983)	200 jardas nado livre	14 nadadores	$1,70 \pm 1,0$ m/s
Barden e Kell (2009)	8 repetições de 100 m	11 nadadores	$100 \pm 0,8\%$ da velocidade crítica
Zacca et al (2020) – estudo 1	5 km em piscina	11 nadadores 10 nadadoras	$1,35 \pm 0,5$ m/s $1,25 \pm 0,3$ m/s
Zacca et al (2020) – estudo 2	5 repetições de 1000 m em piscina 30 s intervalo	6 nadadores 4 nadadoras	$1,33 \pm 0,1$ m/s $1,24 \pm 0,1$ m/s
Zacca et al (2020) – estudo 3	5 repetições de 1000 m em piscina Coleta de gases respiratórios 30 s intervalo	1 nadadora (Estudo de Caso)	$1,26 \pm 0,1$ m/s
Zacca et al (2020) – estudo 4	5 repetições de 1000 m em piscina Coleta de gases respiratórios 30 s intervalo	4 nadadores 3 nadadoras	$1,33 \pm 0,7$ m/s $1,20 \pm 1,2$ m/s
Simbaña-Escobar et al (2017)	200 m nado crawl máximo	16 nadadores 16 nadadoras	$1,82 \pm 0,8$ m/s $1,66 \pm 0,8$ m/s
Castro et al (2021)	200 m nado crawl máximo	11 nadadores	$1,52 \pm 0,09$ m/s
Zamparo et al (2005)	3 x 400 m progressivo 1 x 2000 m 3 x 400 m progressivo	5 nadadores 3 x 400  (pré 2km) 1 x 2000  3 x 400 (pós 2km)	
Belmonte et al (2023)	3000 m nado livre	17 nadadores 13 nadadoras	$32,05 \pm 0,92$ m/s $33,88 \pm 0,95$ m/s

### 2.1.4 Índice Médio de Nado (SI)

Costill et al (1985) propõem o SI como indicador da eficiência técnica à determinada velocidade de nado. SI é o produto entre  $v$  e SL ( $SI = v * SL$ ). O nadador que percorre a maior distância por braçada apresentaria também a maior eficiência técnica, desde que em similar  $v$ , porém não implica que o nadador com maior SL gaste menos energia. O SI é um indicador de economia de natação uma vez que descreve a capacidade do nadador de se mover em uma determinada velocidade com menor número de braçadas. De acordo com Pelayo et al (1997), o SI pode ser uma medida prática para



treinadores e professores para avaliar o nível de natação. Em um estudo de Sánchez e Arellano (2002) em Campeonato Mundial e Nacional nas diferentes provas e distâncias, o nado crawl obteve maior SI seguido pelos nados costas, borboleta e peito. Entretanto, a partir dos 100 m, e conforme a distância aumenta, o SI diminui. Nas provas do nado borboleta, houve correlação entre o SI e a classificação final (maior SI: melhor a colocação).

Simbaña-Escobar et al (2017) estudaram os parâmetros de braçadas de 16 nadadores e 16 nadadoras finalistas da prova de 200 m livre do Mundial de Kazan-Rússia (2015) e do Campeonato Nacional Francês de 2016. Em todos os finalistas, o SI diminuiu na comparação da primeira com a última volta de 50 m. O SI dos nadadores foi maior do que das nadadoras. Castro et al (2005) analisaram a cinemática do nado crawl em diferentes intensidades e condições de respiração em nadadores velocistas, fundistas e triatletas que realizaram duas séries de três repetições de 25 m nas intensidades fraca, média e forte, com respiração e sem respiração. Nos nadadores velocistas, o SI aumentou (3,77 para 4,14 m<sup>2</sup>/s) no teste com respiração, porém no teste sem respiração ocorreram aumentos de SI da intensidade fraca para média, porém da média para forte ocorreu uma diminuição de SI. Mesmas variações ocorreram com os nadadores fundistas. Com os triatletas, no teste com respiração, ocorreu um aumento de SI entre a intensidade fraca para média, porém da média para forte SI diminuiu. No teste sem respiração conforme a intensidade aumentou, SI diminuiu. Comparando os grupos, os maiores valores de SI foram encontrados nos velocistas em relação aos demais grupos. Já os triatletas apresentaram menor SI, indicando menor nível técnico

Nos quatro estudos independentes de Zacca et al (2020) realizados com PS e OWS, o SI no teste de 5 km em piscina foi maior no início de prova diminuindo ao longo da distância em ambos os sexos. O estudo dois (seis nadadores e quatro nadadoras) realizado com teste de cinco repetições de 1000m mostrou que não houve diferenças significativas em SI. No estudo três (estudo de caso com uma nadadora olímpica), com teste de cinco repetições de 1000m, ocorreu uma diminuição de SI ao longo das repetições. No estudo em OWS, ocorreram aumentos e diminuições de SI ao longo do

teste. Belmonte et al (2023) compararam a estratégia de ritmo de 30 nadadores de elite em um teste de 3000 m e os valores de SI foram menores na segunda metade do teste.

O Quadro 4 apresenta dados de SI de diferentes estudos selecionados com as respectivas informações dos mesmos.

Quadro 4 – Dados de SI de diferentes estudos

Estudo	Protocolo	Amostra	Valores de SI (m <sup>2</sup> /s)
Simbaña-Escobar et al 2019	200 m em piscina	16 nadadores 16 nadadoras	4,5 ± 0,4 3,7 ± 0,4
Zacca et al (2020) - estudo 1	5 km em piscina	11 nadadores 10 nadadoras	3,6 ± 0,3 2,5 ± 0,1
Zacca et al (2020) - estudo 2	5 repetições de 1000 m em piscina 30 s intervalo	6 nadadores 4 nadadoras	3,2 ± 1,5 2,7 ± 0,5
Zacca et al (2020) - estudo 3	5 repetições de 1000 m em piscina Coleta de gases respiratórios 30 s intervalo	1 nadadora (Estudo de Caso)	2,75 ± 1,0
Zacca et al (2020) - estudo 4	5 repetições de 1000 m em OWS Coleta de gases respiratórios 30 s intervalo	4 nadadores 3 nadadoras	3,1 ± 1,0 2,6 ± 2,0

## 2.2. Eficiência Propulsiva de Braçada na Natação ( $\eta_P$ )

A  $\eta_P$  é a eficiência com que o trabalho total produzido pelos músculos é transformado em trabalho útil (ZAMPARO et al, 2005). Também pode ser assumida como a fração da potência metabólica total convertida em potência necessária para superar o arrasto (PETERSON et al, 2017), assim pode ser identificada pelo quociente entre potência para superar o arrasto e potência total (ZAMPARO et al, 2005; PETERSON et al, 2017). A  $\eta_P$  leva em consideração a potência mecânica interna necessária para mover os membros em relação ao centro da massa (PETERSON et al, 2017). O aumento na  $\eta_P$  está associado a um aumento na SL (ZAMPARO et al, 2005). De modo mais objetivo, a  $\eta_P$  pode ser conceituada como o percentual da força aplicada pelo nadador que realmente é propulsiva (Giuliano et al, 2022)

Embora possa ser compreendida como uma variável cinética, pois

informa a respeito da força propulsiva,  $\eta^P$  é obtida por parâmetros cinemáticos. Castro et al (2021) pesquisaram os parâmetros cinemáticos e  $\eta^P$  em um teste de 200 m nado crawl com 11 nadadores. As variáveis foram mensuradas a cada 25 m (8 parciais). A  $\eta^P$  foi estimada por meio de modelo simplificado proposto por Zamparo et al (2005):

$$\eta^P = \left( \left( \frac{v * 0,9}{2 * \pi * 0,52} \right) * \frac{2}{\pi} \right)$$

onde  $\eta^P$  é a eficiência propulsiva da braçada (pois considera a braçada responsável por 90% da  $v$  final – 0,9),  $v$  é a velocidade média de nado, SR é a frequência média de ciclos de braçadas e  $L$  é a distância linear entre o centro do ombro e o centro da mão quando esta se encontra abaixo do ombro, ao meio da fase propulsiva da braçada. No estudo de Castro et al (2021), seguindo Zamparo et al (2005),  $L$  foi assumida como 0,52 m. Esta equação é um modelo simplificado para estimativa da  $\eta^P$ . Dentre os resultados, a  $\eta^P$  variou entre 40,5% na parcial 1 e 37,2% na parcial 5.

Modelo mais complexo, que exige cinematria tridimensional, é pelo quociente entre a velocidade tridimensional do centro de massa e a velocidade tridimensional da mão do nadador, ao longo das fases propulsivas (FIGUEIREDO et al, 2011). Este método, proposto por Figueiredo, foi utilizado por Feitosa et al (2019) com nadadores com deficiência e por Figueiredo et al (2013) com nadadores de 200 m nado crawl. Os valores foram de, respectivamente  $31 \pm 6\%$  e  $41 \pm 1\%$ . Giuliano et al (2022) realizaram estudo com 10 nadadores e identificaram a  $\eta^P$  pelo método simplificado e pelo método tridimensional em três intensidades de nado. Dentre os resultados, verificaram que os valores são similares, correlacionados e concordantes, entre os métodos, apenas na máxima velocidade. Com método tridimensional, a  $\eta^P$  se manteve constante, independente da velocidade de nado, já com o método simplificado, como esperado, maiores valores de  $\eta^P$  foram encontrados nas mais baixas velocidades.

Na natação, a  $\eta^P$  é baixa, pois apenas 6 a 18% da energia metabólica é transformada em velocidade. Portanto, variações de velocidade inadequadas e má gestão de SL e SR entre voltas, mas também em voltas, pode aumentar o gasto de energia e afetar negativamente o desempenho,

com fadiga, perda de energia mais rápida e menos eficiência (SIMBAÑA-ESCOBAR et al, 2017). Simbaña-Escobar et al (2017) afirmam que, para a mesma velocidade, aumento na SR diminui a  $\eta P$  e aumenta a contribuição anaeróbica, em contraste com um aumento no SL, que é um índice de eficiência motora. Barbosa e Vilas-Boas (2005) afirmam que nadadores com maior  $\eta P$  deslocam-se com maior propulsão e menor gasto energético. O Quadro 5 apresenta dados de  $\eta P$  de diferentes estudos selecionados com as respectivas informações dos mesmos.

Quadro 5 - Dados de  $\eta P$  de diferentes estudos

Estudo	Protocolo e método	Amostra	Valores de $\eta P$ (%)
Peterson et al (2017)	6 x25 m braço crawl progressivo 6 x25 m crawl progressivo Método tridimensional	21 nadadores 8 nadadoras	Braço 35.0 ± 0,025 Crawl 35.0 ± 0,02
Feitosa et al (2019)	N x 200 m crawl ↑0,05 m/s e intervalo 30 segundos a/c 200 m Método tridimensional	7 nadadores 4 nadadoras	31.0 ± 0,06 (geral)
Castro et al 2021	200 m crawl máximo Método simplificado	11 nadadores	38.6 ± 1.1

### 2.3 Natação em piscina e em águas abertas

Uma prova de PS é dividida em tempo de saída, tempo de nado e o tempo de virada (HAY e GUIMARÃES 1983). O tempo de saída se divide em tempo de bloco (tempo entre o sinal de partida até a decolagem do bloco), o tempo de voo (tempo que o nadador passou no ar) e o tempo de deslizamento (o tempo desde o primeiro contato com a água até o primeiro contato com a superfície) (HAY e GUIMARÃES 1983). O nado limpo inicia nos 15 m se prolonga até os 5 m antes de cada virada (MORAIS et al, 2019). O tempo de virada é o tempo que o nadador passa girando (HAY e GUIMARÃES 1983) e pode ser estimado entre os 5 m anteriores até os 5, ou 10 ou 15 m posteriores à virada (SMITH et al, 2002).

Há relativamente poucos estudos sobre a cinemática de nadadores de longa distância e de elite (MORAIS et al, 2019). Morais et al (2019) realizaram uma pesquisa com 16 nadadores de elite do sexo masculino na prova de

1500m com o objetivo de analisar a estabilidade dos parâmetros cinemáticos e identificar os principais preditores relacionados ao ritmo. De modo geral, mostrou-se uma estratégia positiva de *pacing*, ou seja, a primeira metade da prova foi mais rápida que a segunda. Essa estratégia de ritmo é caracterizada por um declínio gradual da velocidade ao longo da prova. Neste mesmo estudo constatou-se que no último terço da prova os atletas tenderam a diminuir o esforço seguido por um aumento do ritmo levando a velocidade da natação nos metros finais.

Os nadadores do estudo de Moraes et al (2019), que nadaram 1500 m, apresentaram ritmo senoidal com as variáveis SR, SL e IN apresentando variações significativas com aumentos e diminuições entre elas e os efeitos de volta também significativos. Estes resultados entram em contraste com outros esportes de longa distância, como ciclismo (ABBISS e LAUREN, 2008) e corrida (DÍAS et al, 2018). Os nadadores controlam a relação entre SR e SL para se adaptarem a restrições ambientais e energéticas, ou seja, ao longo da prova, os nadadores tendem a dosar a quantidade de energia que possuem para manter seu ritmo ideal ao longo do uso da SL ou SR (BARDEN e KELL, 2009).

No estudo de Moraes et al (2019), a SL diminuiu a partir dos 750m, quando ocorreu aumento na SR, diminuindo o tempo de nado. Um dos motivos para esta troca no padrão de controle entre SL e SR se dá pelo aumento da contribuição energética anaeróbica láctica, pois durante uma prova de longa distância, o consumo de oxigênio, a ventilação e os níveis de fosfocreatina não conseguem suprir toda a demanda energética (ZAMPARO et al, 2005). Barbosa et al (2008) afirmam que os eventos de longa distância são dependentes da economia de nado, quando maior custo energético (inverso da economia), pior o desempenho, o aumento da SR induz este comportamento. Em compensação, o aumento na SL diminui o custo energético. Abbiss et al (2009) reforçam que mesmo a SL sendo um melhor preditor de desempenho, os atletas parecem privilegiar a SR nas provas longas, principalmente na segunda metade da prova, como constatou no estudo de Moraes et al (2019) com atletas de elite. Isso faz com que a relação SL e SR seja fundamental nas provas de longa distância, em OS, como os 1500m nado livre. Estudo de Franken et al (2023) em que os nadadores

mantinham a v, por meio de um pacer subaquático, mas realizavam três testes com SR preferida, abaixo e acima da preferida (com um metrônomo auricular), mostrou maior tempo até atingir a exaustão no teste com SR aumentada.

A OWS é uma modalidade relativamente nova como forma oficial, reconhecida e organizada, já que sua estreia nos Jogos Olímpicos ocorreu em 2008. Desde então, inúmeros nadadores especialistas em provas de média e longa distância em piscinas começaram a competir em águas abertas (BALDASSARE et al, 2019). Baldassare et al (2017) afirmam que houve um grande aumento no número de participantes em OWS desde a estreia da modalidade nos Jogos Olímpicos. O ambiente de natação em águas abertas é mais instável, apresentando diferentes trajetos, clima, tipo de água, corrente e temperatura (ZACCA et al, 2020). Barbosa F.M. (2016) compara estas variáveis entre piscina e águas abertas. O Quadro 6 apresenta diferenças entre PS e OWS (adaptado de BARBOSA 2016):

Quadro 6 - Comparações entre PS e OWS (adaptado de BARBOSA, 2016)

	<b>PS</b>	<b>OWS</b>
Tomada de Decisão	Poucas	Mudança de traçado, posicionamento, ajustes as adversidades naturais (percurso e correntezas)
Direcionamento	Raias e marcações no chão da piscina	Pontos de referência para o direcionamento ajustados constantemente
Temperatura	Constante	Variável, resultantes de correnteza e aproximação ou distanciamento da costa
Deslocamento	A execução do padrão de nado permite captar as informações necessárias ao direcionamento.	Alterações no padrão de nado a cada tentativa para confirmação do direcionamento
Intercorrências	Quase inexistentes	Constantes: a todo momento o atleta pode ser tocado por oponentes, se defrontar com lixos naturais e artificiais, bem como animais marinhos

Baldassare et al (2019) afirmam que estudos recentes analisaram o ritmo de nado na prova de 10 km nos principais campeonatos e os melhores

classificados adotam uma estratégia de ritmo negativo, no qual a segunda metade da prova é mais rápida que a primeira. Zacca et al (2020) compararam a cinemática entre os dois ambientes e diferentes nadadores. A  $v$  no início da prova de 5 km em OWS ficou abaixo da média e na piscina acima da média. A  $v$  foi reduzindo ao longo dos 5 km em PS. Em OWS ocorreram flutuações entre  $v$  e SR ao longo dos 5 km, porém nos últimos 1000m houve um aumento na SR. Neste mesmo estudo, comparando as variáveis cinemáticas e fisiológicas em PS e OWS o resultado foi uma maior variação do custo energético relacionado a  $v$ , SR e SL em OWS. Essas variações são devido ao ambiente aberto e suas intercorrências nas águas abertas. Ressalta-se, ainda, que em OWS não há a contribuição dos impulsos nas bordas, nas viradas, para o tempo total de prova, como em PS.

## 2.5 Percepção Subjetiva de Esforço e Carga Interna

A percepção subjetiva de esforço (RPE) é o melhor indicador do grau de esforço físico (BORG, 1982). A classificação de esforço percebido integra várias informações, incluindo os muitos sinais eliciados do trabalho periférico de músculos e articulações, desde o sistema cardiovascular central e funções respiratórias, e do sistema nervoso central (BORG, 1982). Mihevic (1981) compara o esforço percebido em diferentes trabalhos, e nos exercícios de baixa intensidade e longa duração, o esforço percebido é maior em relação aos trabalhos de alta intensidade e curta duração.

Borg (1982) construiu uma escala de categorias para classificação de esforço percebido, aumentando linearmente com a intensidade do exercício. A escala de RPE tornou-se muito popular e foi traduzida para diferentes idiomas. Leno et al (2020) afirmam que métodos subjetivos como diário de treinamento, bem-estar e fadiga percebida são muito utilizados e a classificação da sessão de esforço percebido foi validado para diferentes esportes incluindo a natação. A escala modificada de 10 pontos foi dividida em três zonas (Z1, Z2 e Z3).

Corso e Figueiredo (2017) aplicaram, em 24 nadadores, um teste de cinco repetições de 50 m em nado crawl de forma progressiva, a 70%, 77%, 84%, 93% e 100% da velocidade máxima individuais. Foram coletados a  $v$ ,

frequência cardíaca e RPE no fim de cada repetição. Foram obtidas correlações significativas entre SR e RPE, e entre  $v$  e RPE. Baldassare et al (2021) analisaram a relação entre o ritmo e a RPE dos nadadores de elite em águas abertas durante uma prova de 5 km pelo Campeonato Nacional Italiano de Piscina Indoor. Os 17 nadadores participantes do estudo forneciam a RPE a cada 500 m. A RPE aumentou tanto no grupo masculino (9 nadadores) como também no feminino (8 nadadoras). Os nadadores masculinos apresentaram aumento não linear na RPE no meio na prova, o que correspondeu ao ponto em que começaram a diminuir significativamente a  $v$ .

Porém, a RPE pode ser multiplicada pelo tempo em esforço, o que gera a carga interna, parâmetro mais completo para a análise de esforços (FOSTER et al, 2001). Foster et al (2001) demonstraram o método RPE de sessão como uma estimativa subjetiva da carga durante o exercício em estado não estacionário, incluindo treinamento intervalado e prática e competição de equipes.



### 3 Artigo Original

#### **Biomechanical demand of 2 km front crawl in pool and open water swimming**

##### Abstract

We compared biomechanical demand of 2 km front crawl (time trial) in pool (PS) and open water swimming (OWS) in 15 trained masters male swimmers (age:  $39.7 \pm 8.3$  years), experienced in OWS, who train regularly in a pool. Kinematic variables and arm stroke efficiency were assessed in both conditions (PS and OWS, along four distance intervals: 60 to 70 m, 760 and 770 m, 1460 and 1470 m, and 1960 to 1970 m). The rate of perceived exertion (RPE) was obtained immediately after each test. Internal load was calculated. Swimming speed, stroke length, stroke length normalized by the arm span, and arm stroke efficiency were higher in PS ( $p < 0.05$ ; partial  $\eta^2$  from 0.49 to 0.81). Stroke rate was higher in OWS ( $p < 0.001$ ;  $\eta^2 = 0.76$ ). RPE was similar in both environments, but internal load was higher in OWS ( $p < 0.01$ ;  $d = 1.40$ ). The biomechanical demand between PS and OWS is environment specific, being lower in PS than in OWS, probably due to the unstable conditions of open water. Training more sessions in open water environment seems to be a good approach to improve in these aspects.

**Keywords:** Swimming, Performance, Kinematics, Propulsive Efficiency, Training Load

*“por motivos de direitos autorais, apenas o resumo do artigo está neste arquivo da dissertação”*

*“for copyright reasons, only the abstract of the article is in this dissertation file”*

#### 4 Considerações Finais da Dissertação

A natação em águas abertas é uma modalidade em que o ambiente é instável, devido a condições climáticas, temperatura da água, corrente e o fato de não ter divisórias (raias), os competidores de águas abertas muitas vezes realizam um percurso maior. Nos últimos anos esta modalidade se popularizou, crescendo em número de participantes e competições. As provas olímpicas são realizadas na distância de 10 km, porém as provas amadoras possuem uma variedade grande de distâncias. A maior parte das distâncias nas provas amadoras variam de 700 a 3000 m. Os nadadores amadores, em sua grande maioria, realizam os treinos em piscina, um ambiente controlado, temperatura constante, raias divisórias e essas diferenças de ambiente de treino e competição podem afetar o desempenho. Os aspectos biomecânicos distância média percorrida por ciclo de braçada, distância média percorrida pelo corpo corrigida pela envergadura, frequência média de ciclos de braçada, velocidade média de nado, índice médio de nado e eficiência propulsiva média da braçada possuem influência direta no desempenho e este estudo mostrou mudanças nos comportamentos cinemáticos quando se comparou o nadador realizando o teste nos dois ambientes.

Para uma mesma distância (2000 m) e esforço, os resultados mostraram maiores valores de distância média percorrida por ciclo de braçada, distância média percorrida pelo corpo corrigida pela envergadura, velocidade média de nado, índice médio de nado e eficiência propulsiva média da braçada em piscina, já a frequência média de ciclos de braçadas e a carga interna foram maiores em águas abertas. A partir desta perspectiva, sugere-se que os nadadores competidores de águas abertas, realizem treinos de forma periódica em ambientes fora da piscina, a fim de melhor adaptação às instabilidades do meio, incluindo exercícios de técnica de nado. Para estudos futuros sugere-se a possibilidade de investigar estas mudanças em nadadoras do sexo feminino e com e sem a utilização de trajes de Neoprene®.

## Referências

ABBISS C.R.; LAURSEN P.B. Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. **Sports Medicine**, v.38, n.3, p.239-252, doi:10.2165/00007256-200838030-00004, 2008.

ALBERTY M.; SIDNEY M.; HUOT-MARCHAND F. Reproducibility of performance in three types of training tests in swimming. **International Journal of Sports Medicine**, v.27, p.623-628, 2006.

AMADIO A.C; SERRÃO J.C. A Biomecânica em Educação Física e Esporte. São Paulo: **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v.25, p.15, 2011.

BALDASSARE R.; BONIFAZI M.; ZAMPARO P.; PIACENTINI M.F. Characteristics and Challenges of Open-Water Swimming Performance: A Review. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, DOI: <https://doi.org/10.1123/ijssp.2017-0230>, 2017.

BALDASSARE R.; PENNACCHI M.; LA TORRE A.; BONIFAZI M.; PIACENTINI M.F. Do the Fastest Open-Water Swimmers have A Higher Speed in Middle- and Long-Distance Pool Swimming Events? **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, v.4, n.1, p.15, doi: 10.3390/jfmk4010015, 2019.

BALDASSARE R.; LENO C.; BONIFAZI M.; PIACENTINI M.F. Pacing and Hazard Score of Elite Open Water Swimmers During a 5-km Indoor Pool Race. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.16, p. 796-801, doi: 10.1123/ijssp.2020-0197, 2021.

BARBOSA T. M.; VILAS-BOAS J.P. Estudo de diversos conceitos de eficiência da locomoção humana no meio aquático. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**. ISSN 1645-0523. p.337-349, 2005.

BARBOSA T. M.; FERNANDES R.; KESKINEN K.L.; VILAS-BOAS J. P. The influence of stroke mechanics into energy cost of elite swimmers. **European Journal of Applied Physiology**, v.103, n.2, p.139-149, doi: 10.1007/s00421-008-0676-z, 2008.

BARBOSA F. M. O nado de atletas de águas abertas: características do desempenho e da organização temporal das braçadas. **Tese (Doutorado em Ciências)** - Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, 2016.

BARDEN J. M.; KELL R.T. Relationship between stroke parameters and critical swimming speed in a sprint interval training set. **Journal of Sports Sciences**, p. 227–235. doi:10.1080/ 02640410802475205, 2009.

BELMONTE O.L.; JESUS J. R.M.; GAY A.; FERNANDEZ F.C.; MUJICA I.; ARELLANO R. Analysis of pacing and kinematics in 3000m freestyle in elite level swimmers. **Sports Biomechanics**, doi.org/10.1080/14763141.2023.2184418, 2023.

BORG G.A.V. Psychophysical Bases of Perceived Exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.14, n.5, p. 377-381, 1982.

CAPUTO F.; DENADAI L.R.; GRECO C.C.; DENADAI B.S. Características da braçada em diferentes distâncias no estilo crawl e correlações com a performance. **Revista Brasileira de Ciências e Movimento**, v. 8, n. 3, p.07-13, 2000.

CAPUTO F.; OLIVEIRA M.F.M.; DENADAI B.S.; GRECO C.C. Fatores intrínsecos do custo energético da locomoção durante a natação. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.12, n. 6, doi.org/10.1590/S1517-86922006000600019, 2006.

CASTRO F.A.S.; CORREIA R.; FIORI J.M.; GIULIANO A.F.; CÁSSIA D. Z. T.; FEITOSA W. G. Practical application of the simplified model to assess the arm stroke efficiency: a tool for swimming coaches. **International Journal of Performance. Analysis in Sport**, v.21, n.6, p.900-908, doi: 10.1080/24748668.2021.1957295, 2021.

CASTRO F.A.S.; GUIMARÃES A.S.G.; MORÉ F.C.; LAMMERHIRT H.M; MARQUES A.C. Front crawl kinematics for swimmers and triathletes under different intensity and breathing condition. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v.19, n.3, p.223-32, 2005.

CASTRO F.A.S.; MOTA C.B. Desempenho em 200m nado crawl sob máxima intensidade e parâmetros cinemáticos do nado. **Revista Brasileira de Biomecânica**, v. 9, n.17, p. 62-69, 2008.

CHOLLET D.; CHARLIES S.; CHATARD J.C. A new index of coordination for the crawl: description and usefulness. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.20, p.54-59, 1999.

CHOLLET D.; PELAYO, P.; TOURNY, C.; SIDNEY, M. Comparative analyses of 100m and 200m events in the four strokes in top level swimmers . **Journal of Human Movement Studies**, v.31, p.25-37, 1996.

CORREIA R.A; FEITOSA W.G; FIGUEIREDO P; PAPOTI M; CASTRO F.A.S. The 400m Front Crawl Test: Energetic and 3D Kinematical Analyses. **International Journal of Sports Medicine**, v.41, n.1, p.21-26, <https://doi.org/10.1055/a-1023-4280>, 2020.

CORSO M.L.S.; FIGUEIREDO T.C. Acurácia da Escala de Borg para nadadores não atletas. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v.11. n.69. p.669-675, 2017.

COSTILL D.L.; KOVALESKI J.; PORTER D.; KIRWAN J.; FIELDING R.; KING D. Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. **International Journal of Sports Medicine**, v.6, n.5 p.266-270, doi: 10.1055/s-2008-1025849, 1985.

CRAIG A.B.J; SKEHAN P.L.; PAWELCZYK J.A.; BOOMER W.L. Velocity, stroke rate and distance per stroke during elite swimming competition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison. v.17, n.6, p.625-34, 1985.

CRAIG JR. A.B.; PENDERGAST D.R. Relationships of stroke rate, distance per stroke and velocity in competitive swimming. **Medicine and Science in Sports**, v.11, n.3, p.278-283, 1979.

DI PRAMPERO P. E. The energy cost of human locomotion on land and in water. **International journal of sports medicine**, v.7, n.2, p.55–72. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1025736>, 1986.

DÍAZ J. J; FERNÁNDEZ-OZCORTA E. J.; TORRES M.; SANTOS-CONCEREJO J. Men vs. women world marathon records pacing strategies from 1998 to 2018. **European Journal of Sport Science**, p.1297–1302. doi:10.1080/17461391.2019.1596165, 2018.

ESCOBAR D.S.; PYNE D.B.; SEIFERT L.; HELLARD P. Functional Role of Movement and Performance Variability: Adaptation of Front Crawl Swimmers to Competitive Swimming Constraints. **Journal of Applied Biomechanics**, v.34, n.1, p.1-30, doi: 10.1123/jab.2017-0022, 2017.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE NATATION (FINA).  
OpenWater Swimming Rules 2017-2021,p.2  
[https://resources.fina.org/fina/document/2021/11/08/01/08/c489c5ee-016e-49e1-aa3f-f23ba8d445ac/2017\\_2021\\_ows11102017\\_ok.pdf](https://resources.fina.org/fina/document/2021/11/08/01/08/c489c5ee-016e-49e1-aa3f-f23ba8d445ac/2017_2021_ows11102017_ok.pdf). Acesso em 13/07/2022.

FEITOSA W.G.; CORREIA R.A.; BARBOSA T.M.; CASTRO F.A.S. Kinematic, coordinative and efficiency parameters of physically impaired swimmers at maximum aerobic power speed. **The Open Sports Sciences Journal**. ISSN 1875-399X. 12:1, p. 35-43, 2019.

FERGUSON C. J. An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. In A. E. Kazdin (Ed.), **Methodological issues and strategies in clinical research**, p. 301–310). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/14805-020>, 2016.

FIGUEIREDO P.; MACHADO, L.; VILAS-BOAS, J. P.; FERNANDES, R. J. Reconstruction Error of Calibration Volume's Coordinates for 3D Swimming Kinematics. **Journal of Human Kinetics**, v.29, p. 35-40, doi: 10.2478/v10078-011-0037-6, 2011.

FIGUEIREDO P.; PENDERGAST D. R.; VILAS-BOAS J. P.; FERNANDES R. J. Interplay of Biomechanical, Energetic, Coordinative, and Muscular Factors in a 200 m Front Crawl Swim. **BioMed Research International**, v.2013, p.1-12, <https://doi.org/10.1155/2013/897232>, 2013.

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. **Frontiers in sports and active living**, v.4, 799690. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.799690>, 2022.

FOSTER C.; FLORHAUG J. A.; FRANKLIN J.; GOTTSCHALL, L.; HROVATIN L. A.; PARKER S.; DOLESHAL, P.; & DODGE, C. A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.15, n.1, p.109–115, 2001.

FRANKEN M.; MAZZOLA P.N.; FILHO C.S.D.; CASTRO F.A.S. Acute biochemical and physiological responses to swimming training series performed at intensities based on the 400-m front crawl speed. **Sport Sciences for Health**, V.14, p.633–638, [doi.org/10.1007/s11332-018-0472-z](https://doi.org/10.1007/s11332-018-0472-z), 2018.

FRANKEN M.; FIGUEIREDO P.; CORREIA R.A.; FEITOSA W. G., LAZZARI C. D.; DIEFENTHAELER F.; CASTRO F.A.S. Manipulation of Stroke Rate in Swimming: Effects on Oxygen Uptake Kinetics. **International Journal of Sports Medicine**, v. 44, p. 56–63. <https://doi.org/10.1055/a-1930-5462>, 2023.

GIULIANO F. A.; CORREIA R. A.; FEITOSA W.G.; CASTRO F. A. S. Three-dimensional front crawl arm-stroke efficiency and hand displacement in male and female swimmers. **Sports Biomechanics**, Advance online publication, p. 1-12, <https://doi.org/10.1080/14763141.2022.2060854>, 2022.

GIULIANO F. A.; CORREIA R. A.; FEITOSA W.G; BEAL L.; CARDOSO A.L.R.; CASTRO F.A.S. Comparison and agreement between simplified and three-dimensional methods for estimating the front crawl stroke arm stroke efficiency. **The Open Sports Sciences Journal**, v. 15, p. 1, 2022.

GREEN J.M.; MCLESTER J.R.; CREWS T.R.; WICKWIRE P.J.; PRITCHETT R.C.; REDDEN A. RPE-lactate dissociation during extended cycling. **European Journal of Applied Physiology**, v.94, n.1-2, p.145-50, doi: 10.1007/s00421-004-1311-2. 2005.

HAY J.G.; GUIMARÃES A.C.S. A quantitative look at swimming biomechanics. **Swimming Technique**, v.20, p.11-7, 1983.

HELLARD P.; DEKERLE J.; ÁVALOS M.; CAUDAL N.; KNOPP M.; HAUSSWIRTH C. Kinematic measures and stroke rate variability in elite female 200m swimmers in the four swimming techniques: Athens 2004 Olympic semi-finalists and French National 2004 Championship semi-finalists. **Journal of Sports Sciences**, v. 26, p.35–46, 2008.

HOPKINS W. G. A scale of magnitudes for effect statistics. A new view of statistics. Retrieved from <http://sportsci.org/resource/stats/effectmag.html>, 2002.

KOO T. K.; & LIM Y. A. Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. **Journal of chiropractic medicine**, v. 15, n.2, p.155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>, 2017.

LENO C.; QUAGLIAROTTI C.; BALDASSARE R.; BONIFAZI M. Session RPE Breakpoints Corresponding to Intensity Thresholds in Elite Open Water swimmers. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, doi: 10.3390/jfmk5010021, 2020.

LÓPEZ-BELMONTE Ó; RUIZ-NAVARRO J. J.; GAY A; CUENCA-FERNÁNDEZ; MUJICA F.; & ARELLANO R. Analysis of pacing and kinematics in 3000 m freestyle in elite level swimmers. **Sports biomechanics**, p.1–17. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/14763141.2023.2184418>, 2023.

MACHADO D. **Metodologia da Natação**, EPU, 1978. MAGLISCHO E.W. Swimming Fastest. **Human Kinetics**, 2003

McKAY A. K. A; STELLINGWERFF T; SMITH E. S.; MARTIN D. T.; MUJICA I.; GOOSEY-TOLFREY V. L; SHEPPARD J., & BURKE, L. M. Defining Training and Performance Caliber: A Participant Classification Framework. **International journal of sports physiology and performance**, v.17, n.2, p.317–331. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0451> , 2022.

MIHEVIC P.M. Sensory cues for perceived exertion: a review. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.13, n.3, p.150-163, 1981.

MORAIS J.E; BARBOSA T.M; FORTE P; BRAGADA J.A; CASTRO F.A.S; MARINHO D.A. Stability analysis and prediction of pacing in elite 1500 m freestyle male swimmers. **Sports Biomechanics**, doi: 10.1080/14763141.2020.1810749, 2019.

OLIVEIRA M.F.M.; CAPUTO F.; LUCAS R.D.; DENADAI B.S.; GRECO C.C. Physiological and Stroke Parameters to Assess Aerobic Capacity in Swimming. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.7, p.218-223, 2012.

PELAYO P.; SIDNEY M.; KHERIF T.; CHOLLET D.; TOURNY C. Stroking characteristics in Freestyle swimming and relationships with anthropometric characteristics. **Journal of Applied Biomechanics**, v.12, p.197–206, doi: [doi.org/10.1123/jab.12.2.197](https://doi.org/10.1123/jab.12.2.197), 1996.

PELAYO P.; SIDNEY M.; WILLE F.; BERTHOIN S.; LAVOIE J.M. Swimming performances and stroking parameters in non skilled grammar school pupils: relation with age, gender and some anthropometric characteristics. **Journal Sports Medicine Physiology and Fitness**, v.37, n3, p.187-93, 1997.

PETERSON R.S.; CASTRO F.A.S.; FIGUEIREDO P.; VILAS-BOAS J.P.; ZAMPARO P. The Effects of Leg Kick on Swimming Speed and Arm-Stroke Efficiency in the Front Crawl. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.12, p.728, doi.org/10.1123/ijpp.2016-0232, 2017.

QUEIROGA M. R.; FERREIRA S.A.; ROMANZINI, M. Perfil antropométrico de atletas de futsal feminino de alto nível competitivo conforme a função tática desempenhada no jogo. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v.7, n.1, p.30-34, 2004.

RODRÍGUEZ L.; VEIGA S.; GARCÍA I, RAVÉ J.M.G. Stroking Rates of Open Water Swimmers during the 2019 FINA World Swimming Championships. **International Journal Environ Research, Public Health**. v.18, n.13. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136850>, 2021.

RODRÍGUEZ-ZAMORA L.; IGLESIAS X.; BARRERO A.; TORRES L.; CHAVERRI D. & RODRÍGUEZ, F. A. Monitoring internal load parameters during competitive synchronized swimming duet routines in elite athletes. **Journal of strength and conditioning research**, v.28, n.3, p.742–751. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a20ee7>, 2014.

SÁNCHEZ J.A; ARELLANO R. **Stroke Index Values According to Level, Gender, Swimming Style and Event Race Distance**, Cáceres-Extremadura-Spain: ISBS, 2002.

SHAW C.G.; KOIVISTO A.; GERRARD D.F; BURKE L.M. Nutrition Considerations for Open-Water Swimming. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v.24, n.4 p.373-381 <http://dx.doi.org/10.1123/ijsnem.2014-0018>, 2014.

SMITH D.J.; NORRIS S.R.; HOGG J.M. Performance Evaluation of Swimmers. **Sports Medicine**, v.32 p.539-554, <https://doi.org/10.2165/00007256-200232090-00001>, 2002.

TEIXEIRA A.M.; RAMA L. Workload and Perception of Effort in Swim Training. **Youth Sports: participation, trainability and readiness**. 2º Ed. Coimbra: Pombalina Coimbra Express, v.12, p.173-184, [http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-1171-6\\_12](http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-1171-6_12), 2016.

TOUSSAINT H. M.; BEEK P.J. Biomechanics of Competitive Front Crawl Swimming. **Sports Medicine**, v.13, n.1, p.8-24, doi: 10.2165/00007256-199213010-00002, 1992.

TOUSSAINT H.M.; CAROL A.; KRANENBORG H.; TRUIJENS, M.J. Effect of fatigue on stroking characteristics in an arms-only 100m front-crawl race. **Medicine e Science in Sports e Exercise**, v. 38, p.1635–1642, 2006.

VANHEEST J.L.; MAHONEY C.E.; HERR L. Characteristics of Elite Open-Water Swimmers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, p.302-305, 2004.



WAKAYOSHI K.; D'ACQUISTO L.J; CAPPAERT J.M; TROUP J.P. Relationship between oxygen uptake, stroke rate and swimming velocity in competitive swimming. **International Journal of Sports Medicine**, v.16, n.1, p. 19-23, <https://doi.org/10.1055/s-2007-972957>, 1995.

YANAI T. Stroke Frequency in Front Crawl: It's mechanical link to the fluid forces required in non-propulsive directions. **Journal of Biomechanics**, v.36, n.1, p.53-62, doi:10.1016/S0021-9290(02)00299-3, 2003.

ZACCA R.; MAZÊNCIO B.; CASTRO F.A.S.; NAKAMURA F.Y.; PYNE D.B.; VILAS-BOAS J.P.; FERNANDES R.J. Case Study: Comparison of Swimsuits and Wetsuits Through Biomechanics and Energetics in Elite Female Open Water Swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v.17, n.1, p.130-136 <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0044>, 2022.

ZACCA R.; NEVES V.; OLIVEIRA T.S.; SOARES S.; RAMA L.M.P.L.; CASTRO F.A.S; VILAS BOAS J.P.; PYNE D.B.; FERNANDESS R.J. 5 km front crawl in pool and open water swimming: breath-by-breath energy expenditure and kinematic analysis. **European Journal of Applied Physiology** <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04420-7>, 2020.

ZAMPARO P.; BONIFAZI M.; FAINA M.; MILÃO A.; SARDELLA F.; SCHENA F.; CAPELLI C. Energy cost of swimming of elite long-distance swimmers. **European Journal of Applied Physiology**, v.94, p.697-704, 2005.

ZAMPARO P.; PENDERGAST D.R.; MOLLENDORF J. TERMIN B.; MINETTI A.E. An Energy Balance in Front Crawl. **European Journal of Applied Physiology**. v. 94, n.1-2, p.134-144. doi:10.1007/s00421-004-1281-4, 2005.

ZAMPARO P. Effects of age and gender on the propelling efficiency of the arm stroke. **European Journal of Applied Physiology**, v.97, p.52-58, 2006.

ZAMPARO P.; CORTESI M.; GATTA G. The energy cost of swimming and its determinants. *European Journal of Applied Physiology*, v.120, n.1, p.41-66 <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04270-y>, 2020.

ZINGG M.A; RUST C.A; ROSEMAN T.; LEPERS R.; KNECHTLE B. Analysis of swimming performance in FINA World Cup long-distance open water races. **Extreme Physiology & Medicine** v.3, p.2, 2014.

## Apêndice 1

### Supplementary material

Results of comparisons, correlations, and agreement between the methods (manual stopwatch – Cron - and video analysis - Vid) to obtain the data. Table 1 shows means  $\pm$  SD [limits of confidence intervals], results of comparisons and correlations of mean swimming speed (v) in each of the sections of the pool test for both methods (Cron and Vid).

Table 1 - Means  $\pm$  SD [confidence interval limits], results of comparisons and correlations of average swimming speed (v) in each of the stretches; Cron: manual stopwatch; Vid: video; ICC: intraclass correlation coefficient (n = 15).

	v (m/s)		Comparison	ICC
	Cron	Vid		
Stretch 1	1.13 $\pm$ 0.13 1.05 - 1.20	1.13 $\pm$ 0.13 1.05 - 1.21	t = -0.70 p = 0.49	0.91; p <0.001
Stretch 2	1.03 $\pm$ 0.13 0.96 - 1.11	1.04 $\pm$ 0.13 0.96 - 1.11	t = -0.36 p = 0.72	0.99; p <0.001
Stretch 3	1.01 $\pm$ 0.12 0.94 - 1.08	1.02 $\pm$ 0.12 0.95 - 1.00	t = -1.34 p = 0.20	0.99; p <0.001
Stretch 4	1.04 $\pm$ 0.14 0.95 - 1.21	1.05 $\pm$ 0.14 0.97 - 1.31	t = -1.71 p = 0.10	0.99; p <0.001

Table 2 shows means  $\pm$  SD [limits of confidence intervals], results of comparisons and correlations of mean frequency of stroke cycles (SR) in each of the stretches of the pool test for both methods (Cron and Vid).

Table 2 - Means  $\pm$  SD [confidence interval limits], results of comparisons and correlations of mean frequency of stroke cycles (SR) in each of the stretches; Cron: manual stopwatch; Vid: video; ICC: intraclass correlation coefficient; (n = 15).

	SR (cycles/min)		Comparison	ICC
	Cron	Vid		
Stretch 1	28.4 $\pm$ 3.8 26.3 - 30.5	28.8 $\pm$ 3.0 27.1 - 30.5	t = -0.82 p = 0.42	0.92; p <0.001
Stretch 2	27.7 $\pm$ 2.7 26.1 - 29.2	28.2 $\pm$ 2.9 26.5 - 29.8	t = -2.09 p = 0.054	0.97; p <0.001
Stretch 3	26.9 $\pm$ 3.2 25.1 - 28.7	27.6 $\pm$ 2.6 26.1 - 29.1	t = -1.84 p = 0.086	0.94; p <0.001
Stretch 4	28.1 $\pm$ 3.4 26.2 - 30.1	28.4 $\pm$ 02.6 26.9 - 29.9	t = -0.54 p = 0.59	0.89; p <0.001

Table 3 shows means  $\pm$  SD [confidence interval limits], results of comparisons and correlations of the mean distance covered by the body in each cycle of strokes (DC) in each of the stretches of the pool test for the two methods (Cron and Vid).

Table 3 - Means  $\pm$  SD [confidence interval limits], results of comparisons and correlations of average distance covered in each cycle of strokes (DC)) in each of the stretches for both methods; Cron: manual stopwatch; Vid: video; ICC: intraclass correlation coefficient; (n = 15).

	SL (m)		Comparison	ICC
	Cron	Vid		
Stretch 1	2.41 $\pm$ 0.39 2.19 – 2.63	2.38 $\pm$ 0.35 2.19 – 2.63	t = 0.88 p = 0.39	0.95; p <0.001
Stretch 2	2.25 $\pm$ 0.30 2.08 – 2.42	2.22 $\pm$ 0.30 2.05 – 2.39	t = 1.65 p = 0.12	0.98; p <0.001
Stretch 3	2.27 $\pm$ 0.32 2.09 – 2.45	2.22 $\pm$ 0.26 2.07 – 2.37	t = 1.24 p = 0.23	0.94; p <0.001
Stretch 4	2.22 $\pm$ 0.26 2.07 – 2.37	2.22 $\pm$ 0.25 2.07 – 2.36	t = 0.10; p = 0.91	0.91; p <0.001

Figures 1, 2 and 3 show the agreement analyzes (Bland-Altman diagrams) for mean swimming speed (v), SR, and SL in each of the sections the two methods (Cron and Vid). No regression analysis between means and differences, for the four stretches (respectively, A, B, C and D) was significant, indicating that there is no tendency for error increment in relation to the behavior of the means.

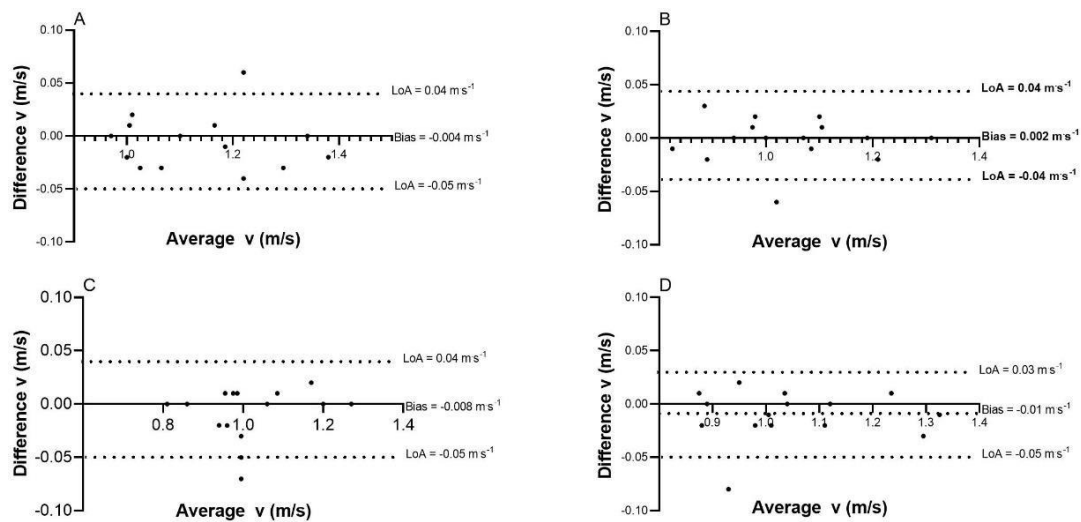


Figure 1 – Bland-Altman diagrams for average swimming speed ( $v$ ), obtained with the two methods (Cron and Vid), in each of the four stretches of the pool test (respectively, A, B, C and D).

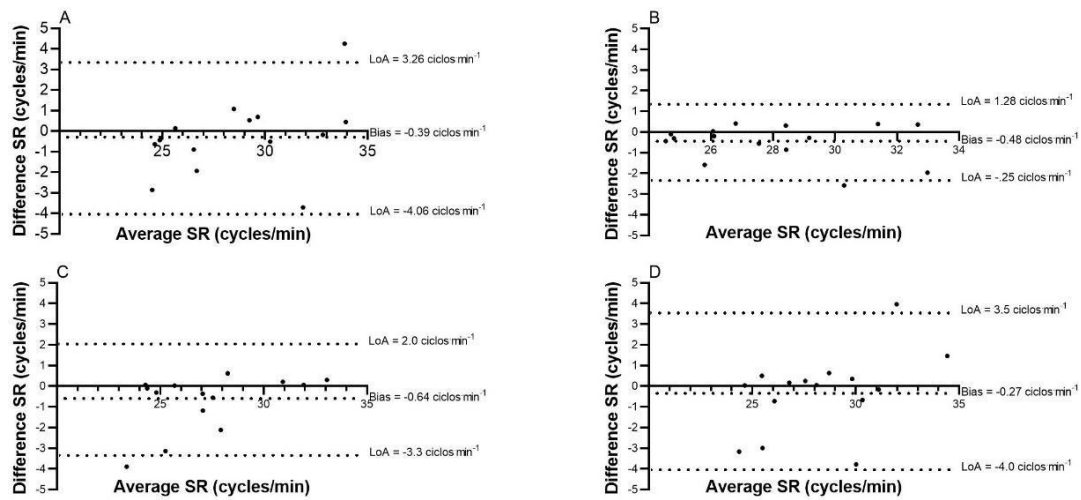


Figure 2 - Bland-Altman diagram for the average SL, obtained with the two methods (Cron and Vid), in each of the four stretches of the pool test (respectively, A, B, C and D).

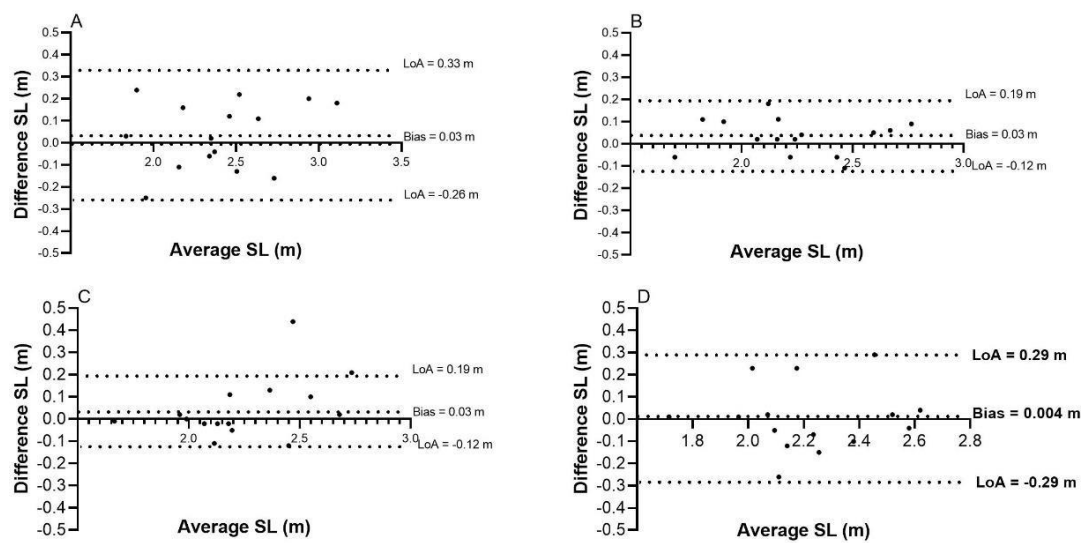


Figure 3 - Bland-Altman diagram for the average SL, obtained with the two methods (Cron and Vid), in each of the four sections of the pool test (respectively, A, B, C and D).

## Apêndice 2

Resumos aceitos no BMS – Leipzig 2023

### SWIMMING SPATIAL-TEMPORAL VARIABLES OBTAINED WITH MANUAL TIMEKEEPING AND VIDEO ANALYSIS: COMPARISON, CORRELATION, AND AGREEMENT

Flávio de S. Castro<sup>1</sup>, Marcos Zimmermann Júnior<sup>1</sup>, Laura Menin<sup>1</sup>, Caroline Nazário<sup>1</sup>, Gabriel de A. Pereira<sup>1</sup>, & Josias P. Guedes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Water Sports Research Group, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil

#### INTRODUCTION

Spatial-temporal variables in swimming, as mean stroke rate and length (SR and SL) and its product, the mean swimming speed ( $v$ ) (without edge impulse effects) are often used in the practice and in the swimming research (Craig et al., 1985; Fiori et al., 2022). The aim of this study was to compare, correlate and verify the concordance of SR, SL and  $v$  obtained with a manual stopwatch and with video analysis.

#### METHODS

Fifteen male masters swimmers ( $39.7 \pm 8.3$  years old) performed a 2000-m front-crawl in a 25 m swimming pool. Along 10 m from 60 to 70 m, 760 to 770 m, 1460 to 1270 m, and from 1960 to 1970 m, three consecutive stroke cycles and time do cover 10 m were manually timed (Casio HS- 30W, Japan) by four experienced timekeepers. We calculated:  $v=10 \text{ m}/\text{time}$  in s,  $SR=3 \text{ cycles}/\text{time}$  in s (transformed in cycle/min),  $SL=v/SR$ . At the same time, sagittal images were obtained with a video camera (Sony Hdrx260, 60 Hz, United States), and then digitalized (Kinovea open source software - [www.kinovea.org](http://www.kinovea.org)), considering a 10 m calibration ruler previously recorded in the swimmers displacement plane. Comparison, intraclass correlation, agreement analysis were applied ( $\alpha = 0.05$ ).

#### RESULTS

Considering the manual and video methods, no difference ( $p < 0.05$ ) was found for SR, SL and  $v$  in any step (overall SR, SL, and  $v$ , respectively manual and video results:  $27.8 \pm 3.3$  and  $28.2 \pm 2.7 \text{ cycles} \cdot \text{min}^{-1}$ ;  $2.29 \pm 0.3$  and  $2.26 \pm 0.3 \text{ m}$ ;  $1.05 \pm 0.13$  and  $1.06 \pm 0.13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ). Results were highly correlated (intraclass correlation  $> .90$ ), and showed agreement in all steps (bias for SR, SL, and  $v$  were, respectively, less than:  $0.64 \text{ cycles} \cdot \text{min}^{-1}$ ;  $0.04 \text{ m}$ ; and  $0.01 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

#### DISCUSSION

When timekeepers are experienced, manual and video methods show similar, highly correlated, and concordant results for SR, SL, and  $v$ .

#### REFERENCES

Craig A., Jr Skehan, P., Pawelczyk, J., & 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. <https://doi.org/10.1249/00005768-198512000-00001>

Fiori, J. M., Bandeira, P. F. R., Zacca, R., & Castro, F. A. S. (2022). The Impact of a Swimming Training Season on Anthropometrics, Maturation, and Kinematics in 12- Year-Old and Under Age-Group Swimmers: A Network Analysis. *Frontiers in sports and active living*, 4, 799690. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.799690>

## FRONT CRAWL IN OPEN-WATER: ACTUAL DISTANCE SWUN, KINEMATICS, AND ARM STROKE EFFICIENCY

Flávio de S. Castro<sup>1</sup>, Josias P. Guedes<sup>1</sup>, Daniela Ongaratto<sup>1</sup>, Daniela H. Gonzalez<sup>1</sup> & Cassia Z. Trindade<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Water Sports Research Group, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil

### INTRODUCTION

Swimming in open water, even for experienced swimmers, can be a challenge. Wind, waves make it difficult for swimmers to orientate themselves (Zacca et al., 2020). Thus, the aim of this study was to verify the actual distance swum, the kinematic parameters, and the arm-stroke efficiency during a 2000-m front crawl test performed in open water.

### METHODS

Eight male masters swimmers (38.8±7.8 years old) performed a 2000-m front-crawl test in three laps (650-m triangular circuit, plus 50-m to the finish line). in a lagoon (water temperature 30°C, air temperature 29°C, cloudy sky, and 7 km/h east-west wind). The circuit had the following distances and directions: 1<sup>st</sup> step of 200-m towards the west; 2<sup>nd</sup> of 350-m northeast, and 3<sup>rd</sup> of 100-m south-southeast. On the 1<sup>st</sup> step, between 30 and 50 m, three complete stroke cycles and 10 m (distance previously calibrated) were manually timed by four experienced timekeepers (at 60, 760, 1460, and 1960-m). To obtain the actual distance, each participant wore a GPS (Garmin® Smartwatch). We calculated: speed ( $S=10 \text{ m/time in s}$ ), stroke rate ( $SR=3 \text{ cycles/time in s}$ , transformed in cycle/min), stroke length ( $SL=S/SR$ ), and arm-stroke efficiency (Zamparo et al., 2006) ( $\Gamma=((S*0.9)/(2*\pi*SR*0.5)*(2/\pi))*100$ ). Mean and SD were calculated, repeated measures ANOVA and simple t-test were applied ( $\alpha = 0.05$ ).

### RESULTS

Performance and the distance swam were, respectively, 2617±355 s and 2197±80 m ( $p<0.001$  to 2000-m). The S and SR have decreased ( $p<0.001$ ), respectively from

1.12±0.13 to 0.93±0.16 m/s, and from 35.7±3.4 to 30.1±3.7 cycles/min. SL (1.90±0.24 m) and  $\Gamma$  (34.6±4.5%) remained constant.

### DISCUSSION

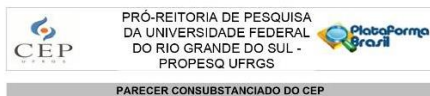
The distance swam was almost 20% higher than the measured circuit. The swimmers decreased  $V$  and  $SR$ , as expected; but surprisingly the  $SL$  and  $I$  remained constant along the circuit.

## REFERENCES

- Zacca, R., Neves, V., da Silva Oliveira, T., Soares, S., Rama, L. M. P. L., de Souza Castro, F. A., Vilas-Boas, J. P., Pyne, D. B., & Fernandes, R. J. (2020). 5 km front crawl in pool and open water swimming: breath-by-breath energy expenditure and kinematic analysis. *European journal of applied physiology*, 120(9), 2005–2018. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04420-7>
- Zamparo P. (2006). Effects of age and gender on the propelling efficiency of the arm stroke. *European journal of applied physiology*, 97(1), 52–58. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0133-9>

## Anexo 1

### Aprovação CEP



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Nado crawl realizado em águas abertas e em piscina: comparações entre variáveis biomecânicas e de percepção de esforço

**Pesquisador:** Flávio Antônio de Souza Castro

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 63576022.0.0000.5347

**Instituição Proponente:** Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.760.565

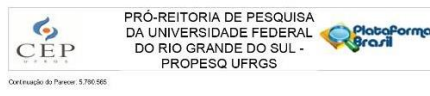
##### Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do documento "Informações Básicas da Pesquisa n.º" 2022633, datado em 08/11/2022.

Introdução: A natação esportiva é constituída por duas modalidades competitivas: natação pura e natação em águas abertas (BONANÇA et al., 2021). A natação em águas abertas (NAA), com fins competitivos, entrou em evidência nos últimos anos, porém Machado (1978) afirma que já há muitos anos as pessoas praticam natação, seja como recreação, como forma de recreação ou no sentido de competição, em ambientes fora de piscinas. Borges (2015) afirma que há muito foi constatado grande potencial para esta modalidade, confirmado pela adesão das maiores potências da natação mundial e pelo crescimento exponencial do número de competições e de praticantes. Conforme a Federação Internacional de Natação (FINA), nas regras oficiais de natação em águas abertas (<https://www.fina.org/content/ntfina/rules>), a NAA é definida como qualquer competição de natação que ocorra em rios, lagos, oceanos ou canais de água, exceto para eventos de 10 km, que são chamados "Maratona de Natação". A NAA está presente em Campeonatos Mundiais desde 1991, com os 5, 10 e 25 km como eventos individuais regulares e a estreia nos Jogos Olímpicos ocorreu no ano de 2008, em Pequim, com a prova de 10 km (BORGES, 2015). Uma das

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Retórica - Campus Centro  
**Bairro:** Farnópolis **CEP:** 90.040-000  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3787 **E-mail:** etica@propeqs.ufrgs.br

Página 01 de 08

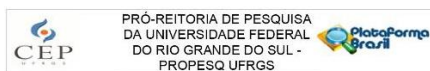


Continuação do Parecer: 5.760.565

características na NAA é poder nadar com qualquer técnica e não haver reais demarcações para os nadadores, como ocorre em Natação em Piscina (NP), havendo maiores variações de fluxo, encontra-se mais fluxo turbulento (BONANÇA et al., 2021) na NAA. Por outro lado, o nado utilizado em provas mais longas, seja NAA ou NP, é o nado crawl, nado mais econômico e veloz (BARBOSA et al., 2008), cujo desempenho está relacionado a aspectos biomecânicos, como os cinemáticos e a eficiência propulsiva (CASTRO et al., 2021) e fisiológicos ou integrativos, como a percepção subjetiva de esforço (FRANKEN et al., 2018), entre outros. Como salienta Arapiraca (citado por Pussiello, 2015), a NAA é um mundo completamente distinto da NP. Em comparação com a NP, em NAA ocorrem mudanças de fatores ambientais, incluindo variações nas temperaturas da água e do ambiente, radiação solar e influências da maré (SHAW et al., 2014). As diferenças ecológicas encontradas em NAA, se comparada, a NP mostra um ambiente incerto, exigindo capacidade de adaptação do nadador (BONANÇA et al., 2021). O objetivo da natação competitiva (tanto em NAA, quanto em NP) é realizar a distância da prova o mais rápido possível, sob as regras estabelecidas, para isso os nadadores devem atingir sua maior velocidade média para a distância (FIGUEIREDO et al., 2013). O produto entre a distância média percorrida por ciclo de braçada (DC) e frequência média de ciclos de braçada (FB) é a velocidade média de nado (v) (puro, sem efeitos das impulsões em bordas). Tais variáveis indicam as estratégias cinemáticas de cada nadador para atingir e manter a v alvo (FIGUEIREDO et al., 2013). Já o produto entre a v e a DC indica o índice médio, parâmetro relacionado à adequação mecânica do nado às demandas da tarefa (COSTILL et al., 1985). Considerando aspectos biomecânicos (CRAIG et al., 1979; CASTRO et al., 2005) e fisiológicos (WAKAYOSHI et al., 1995; CORREIA et al., 2020), relacionados ao treinamento e ao desempenho em natação, a DC é fortemente influenciada pela técnica de nado, pela envergadura e pela capacidade de produção de força propulsiva de cada nadador. Em relação aos efeitos da envergadura, é possível normalizar a DC pela envergadura (CASTRO et al., 2005) para melhor comparação entre situações e entre nadadores, por exemplo. Assim, a DC normalizada pela envergadura (DCn) indica o quanto de sua envergadura, em termos percentuais, é realmente aproveitada por cada nadador. Já a FB, para se manter a velocidade de nado desejada, depende do adequado aporte energético à tarefa. Ao passo que o nadador aplica força na água, esta se deforma e nem toda a força aplicada toma-se propulsiva. O percentual da força aplicada nas braçadas pode ser estimado pela eficiência propulsiva média da braçada (EP) (CASTRO et al., 2021). Para se conhecer o estado geral de um indivíduo, relativo a seu esforço em tarefas físicas, percepção subjetiva de esforço (PSE) tem sido utilizada em diversas modalidades, além da natação (FRANKEN et al., 2018). As mensurações cinemáticas (neste projeto v, DC, FB, IN, DCn e EP) da execução do movimento relacionam-se

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Retórica - Campus Centro  
**Bairro:** Farnópolis **CEP:** 90.040-000  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3787 **E-mail:** etica@propeqs.ufrgs.br

Página 02 de 08



Continuação do Parecer: 5.760.565

intimamente com o processo de construção de resultados expressivos (SANTOS, 2017). Já a PSE é um parâmetro integrativo de diversas respostas ao exercício (GREEN et al., 2005). Deste modo, considerando os diferentes ambientes de prática, estabeleceu-se o seguinte problema de pesquisa: quais as diferenças entre as variáveis biomecânicas e de percepção de esforço na natação em piscina e águas abertas?

**Hipótese:** Considerando as diferenças ambientais entre NAA e NP e a realização de teste máximo de 1500 m, definir-se-ão as seguintes hipóteses: 1) A DC será maior em NP2) A DCn será maior em NP3) A FB será maior em NAA4) A v será maior em NP5) O IN será maior em NP6) A EP será maior em NP7) A PSE será similar entre NP e NAA.

**Metodologia:** Serão realizados dois testes de 1500 m em nado crawl, um em águas abertas (Praia do Camping das Pombas, em Belém Novo, Porto Alegre) e outro em piscina (ESEFID). Os testes serão gravados no plano sagital e com as imagens serão obtidos os dados para calcular variáveis cinemáticas e eficiência propulsiva da braçada. Antropometria será mensurada e percepção subjetiva de esforço será obtida antes e após cada teste.

**Crerios de Inclusão:** os atletas devem ter experiência em provas de águas abertas de, no mínimo, três anos e estarem em processo de treinamento com, no mínimo, três sessões por semana entre 60 e 90 minutos por sessão, mantendo este processo nos três meses anteriores às coletas de dados. O ponto de corte para o teste é nadar a distância de 1500 m, em NAA, em até 25 minutos.

**Crerios de exclusão:** Os participantes não poderão ser triatletas, devido às diferenças de treinamento entre as modalidades.

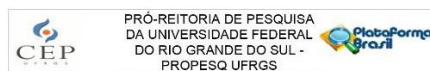
##### Objetivo da Pesquisa:

**Objetivo primário:** O objetivo geral deste projeto de dissertação é comparar variáveis biomecânicas e percepção subjetiva de esforço do nado crawl executado em águas abertas e em piscina.

**Objetivos secundários:** Os objetivos específicos são comparar entre os dados realizados em águas abertas e em piscina: distância média percorrida por ciclo de braçada (DC), frequência média de ciclos de braçada (FB), velocidade média de nado (v), índice médio de nado (IN), distância média percorrida por ciclo de braçada normalizada pela envergadura (DCn), eficiência propulsiva média

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Retórica - Campus Centro  
**Bairro:** Farnópolis **CEP:** 90.040-000  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3787 **E-mail:** etica@propeqs.ufrgs.br

Página 03 de 08



Continuação do Parecer: 5.760.565

da braçada (EP) percepção subjetiva de esforço (PSE).

##### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

**Riscos:** Os riscos de participar desta pesquisa estão relacionados a executar os testes em máxima intensidade, o que pode gerar fadiga e dores musculares. Porém os testes realizados fazem parte do treinamento e das competições dos participantes, não sendo nada diferente do que costumam fazer em seus treinos e competições. A fim de minimizar os riscos, aquecimento adequado antes dos testes e nado regenerativo, após os testes, serão realizados. Em caso de acidentes, será chamado resgate do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU).

**Benefícios:** Como benefícios citamos a análise das variáveis biomecânicas: distância média percorrida por ciclo de braçadas, frequência média de ciclo de braçadas, velocidade média de nado, índice médio de nado, eficiência propulsiva além da percepção subjetiva de esforço em um teste máximo de 1500m em piscina e águas abertas. Será gerado um relatório com os dados que podem ser utilizados pelos treinadores a fim de melhorar o processo de treinamento e o desempenho na natação dos participantes.

##### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O estudo trata-se de uma pesquisa com abordagem quantitativa utilizando métodos comparativos. A população do estudo será composta por nadadores masters do sexo masculino, especialistas em provas de águas abertas no estado do Rio Grande do Sul.

Participarão do presente estudo nadadores com idade entre 30 e 50 anos.

A amostra será constituída de forma voluntária. Será realizada divulgação nos canais dos principais eventos de águas abertas do Rio Grande do Sul (Circuito Viva RS e Federação Gaúcha de Desportos Aquáticos), além da divulgação nos clubes por meio de cartazes (Anexo I) e nas redes sociais.

Amostra: nadadores n=14 - que passarão pelos testes de natação.

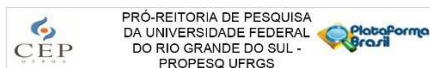
Orçamento: informado na Plataforma Brasil no valor de R\$ 14.561,00, e financiamento próprio.

Cronograma: etapa de Coleta dados prevista para iniciar em 01/12/2022.

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Retórica - Campus Centro  
**Bairro:** Farnópolis **CEP:** 90.040-000  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3787 **E-mail:** etica@propeqs.ufrgs.br

Página 04 de 08





Continuação do Parecer: 5.790.565

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Apresenta TCLE e Termos de Anuência.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Trata-se de uma resposta ao parecer consubstanciado CEP n.º 5698858, datado em 13/10/2022.

**Pendência 1:**

Solicita-se que seja expresso de forma clara e objetiva no TCLE que o pesquisador e o patrocinador não irão onerar os planos de saúde, o SUS, ou o próprio participante da pesquisa, responsabilizando-se por todos os gastos relativos aos cuidados de rotina (exames e procedimentos) necessários após assinatura do consentimento livre esclarecido (Resolução nº 466 de 2012, item II.2.c). Sendo assim, solicita-se a retirada dos trechos que citam a chamada do SAMU, no "projeto detalhado", "TCLE" e na "Plataforma Brasil" e a inserção do trecho "o pesquisador e o patrocinador não irão onerar os planos de saúde, o SUS, ou o próprio participante da pesquisa, responsabilizando-se por todos os gastos relativos aos cuidados de rotina (exames e procedimentos)".

**RESPOSTA:** Informamos que a frase foi inserida como recomendado, no documento detalhado (páginas 27 e 28), no TCLE e na Plataforma Brasil, porém, para adequar ao projeto, trocamos o termo "exames" por "testes"; "O pesquisador e o patrocinador não irão onerar os planos de saúde, o SUS, ou o próprio participante da pesquisa, responsabilizando-se por todos os gastos relativos aos cuidados de rotina (testes e procedimentos)".

**ANÁLISE:** PENDÊNCIA ATENDIDA.

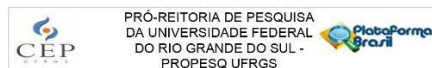
**Pendência 2:**

O orçamento apresentado no projeto detalhado e na Plataforma Brasil estão discrepantes. Cabe ao pesquisador responsável apresentar um orçamento financeiro detalhado, que especifique todos os recursos, fontes e destinação. Nesse sentido, solicita-se a adequação dos documentos (Norma Operacional CNS nº 001 de 2013, item 3.3.4).

**RESPOSTA:** Informamos que os orçamentos, no documento detalhado (página 36) e na PB foram corrigidos.

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
Bairro: Famosinha CEP: 90.040-000  
UF: RS Município: PORTO ALEGRE  
Telefone: (51)3308-3787 E-mail: etica@propesq.ufrgs.br

Página 05 de 08



Continuação do Parecer: 5.790.565

**ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.**

**Pendência 3:**

É de responsabilidade do pesquisador o armazenamento adequado dos dados coletados, bem como os procedimentos para assegurar o sigilo e a confidencialidade das informações do participante da pesquisa. Sendo assim, solicitam-se esclarecimentos acerca do armazenamento dos dados coletados no estudo, bem como quais procedimentos serão adotados para resguardar o sigilo e a confidencialidade das informações do participante da pesquisa (Carta Circular nº 1/2021-CONEP/SECNS/MS, item 3.1). Uma vez concluído o registro de consentimento (por exemplo, gravados em vídeo ou áudio) e a coleta de dados, recomenda-se ao pesquisador responsável fazer o download dos dados coletados para um dispositivo eletrônico local, apagando todo e qualquer registro de qualquer plataforma virtual, ambiente compartilhado ou "nuvem". Sendo assim, solicitam-se esclarecimentos (no projeto detalhado e TCLE) acerca do armazenamento dos dados e documentos do estudo, após o encerramento da coleta (Carta Circular nº 1/2021-CONEP/SECNS/MS, itens 3.2 e 3.3).

**RESPOSTA:** Alterações no texto foram incluídas na página 28 do projeto detalhado, no TCLE e na PB: "Resalta-se que nenhum dado individual será divulgado, que a planilha de dados não terá identificação, apenas códigos e apenas o pesquisador responsável terá acesso ao processo de codificação. Os dados serão armazenados para análise em computador pessoal e HD externo do pesquisador responsável e os mesmos não serão compartilhados. Não será realizado armazenamento em qualquer plataforma virtual, ambiente compartilhado ou nuvem."

**ANÁLISE:** PENDÊNCIA ATENDIDA.

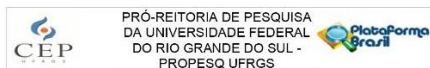
**Pendência 4:**

Solicita-se a inclusão no Registro do Consentimento Livre e Esclarecido que o participante tem garantido o direito de solicitar indenização através das vias judiciais (Código Civil, Lei 10.406 de 2002, Artigos 927 a 954 e Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 9º, Inciso VI), bem como a correção do telefone de contato do CEP. Sugere-se o seguinte texto:

"O projeto foi avaliado pelo CEP-UFRGS, órgão colegiado, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, cuja finalidade é avaliar – emitir parecer e acompanhar os projetos de pesquisa

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
Bairro: Famosinha CEP: 90.040-000  
UF: RS Município: PORTO ALEGRE  
Telefone: (51)3308-3787 E-mail: etica@propesq.ufrgs.br

Página 06 de 08



Continuação do Parecer: 5.790.565

envolvendo seres humanos, em seus aspectos éticos e metodológicos, realizados no âmbito da instituição. O CEP UFRGS está localizado na Av. Paulo Gama, 110, Sala 311, Prédio Anexo I da Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-000. Fone: +55 51 3308 3787 E-mail: etica@propesq.ufrgs.br Horário de Funcionamento: de segunda a sexta, das 08:00 às 12:00 e das 13:00 às 17:00h. A assinatura desse termo não exclui possibilidade do participante buscar indenização diante de eventuais danos decorrentes de sua participação na pesquisa."

**RESPOSTA:** Informamos que a frase foi inserida como recomendado no TCLE.

**ANÁLISE:** PENDÊNCIA ATENDIDA.

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP-UFRGS, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS n.º 466, de 2012, e na Norma Operacional n.º 001, de 2013, do CNS, manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa.

Reitera-se aos pesquisadores a necessidade de elaborar e apresentar os relatórios parciais e final da pesquisa, como preconiza a Resolução CNS/MS nº 466/2012, Capítulo XI, Item XI.2: "d".

**Considerações Finais a critério do CEP:**

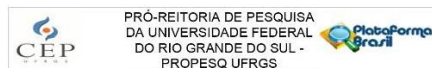
Aprovado.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_P PROJETO_20220833.pdf	08/11/2022 15:21:46		Aceito
Outros	respostas.pdf	08/11/2022 15:21:35	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Anuência	REVISADO_TCLE.pdf	14/10/2022 05:54:22	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	REVISADO_projeto.pdf	14/10/2022 05:53:56	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
Folha de Rosto	folharostassinada.pdf	23/09/2022 08:52:35	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
Bairro: Famosinha CEP: 90.040-000  
UF: RS Município: PORTO ALEGRE  
Telefone: (51)3308-3787 E-mail: etica@propesq.ufrgs.br

Página 07 de 08



Continuação do Parecer: 5.790.565

Outros	Ficha.pdf	22/09/2022 12:54:44	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
Outros	cartaz.pdf	22/09/2022 12:53:48	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Anuência	TCLE.pdf	22/09/2022 12:53:23	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	termo_centro_naturatorio.pdf	22/09/2022 12:53:12	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	termo_camping_pombas.pdf	22/09/2022 12:53:00	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_completo.pdf	22/09/2022 12:52:06	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

PORTO ALEGRE, 17 de Novembro de 2022

Assinado por:  
Patrícia Melchiora Angst  
(Coordenadora)

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
Bairro: Famosinha CEP: 90.040-000  
UF: RS Município: PORTO ALEGRE  
Telefone: (51)3308-3787 E-mail: etica@propesq.ufrgs.br

Página 08 de 08