

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

Parâmetros biomecânicos e fisiológicos do desempenho de nadadores com deficiência

Wellington Gomes Feitosa

Orientador: Prof. Dr. Flávio Antônio de Souza Castro

PORTO ALEGRE

2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

Parâmetros biomecânicos e fisiológicos do desempenho de nadadores com deficiência

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob a orientação do Prof. Dr. Flávio Antônio de Souza Castro.

Wellington Gomes Feitosa

PORTO ALEGRE

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo que nos tem proporcionado na vida. Sem vossa benção não chegaríamos a lugar algum;

Aos meus irmãos Pedro Romão Feitosa, Francisco Gomes Feitosa e Carlos Gomes Feitosa que sempre me apoiaram em todos os momentos da vida.

Aos colegas de trabalho da Universidade Estadual do Ceará que vivem à docência com amor, prazer e compromisso.

Ao meu orientador professor Flávio de Souza Castro. Tem sido uma agradável experiência desde o primeiro dia de contato. É possível perceber todo o empenho em cada passo de sua atuação profissional e pessoal. Dá gosto de ver a boa relação com seus alunos e colegas de trabalho. Há sempre muita dedicação e amor em tudo que faz. Como orientador tem conduzido com muita maestria todo o doutorado. Como professor de polo aquático poderia ser um tanto mais bonzinho (os exercícios eram puxados). Nas confraternizações de nosso grupo de pesquisa sempre acolhe a todos com simpatia e excelente humor. Tenho o professor Flávio Castro como um exemplo para vida. Sou muito grato por ter sido meu orientador e contribuído no meu desenvolvimento acadêmico.

Ao professor Tiago Manuel Barbosa, que tem contribuído na construção dos estudos desta tese e esteve sempre disposto a ajudar em minha caminhada acadêmica. Suas ideias tem sido sempre muito valiosas. No cenário da produção científica a partir de estudos com natação é referência. Para mim é um de exemplo de professor com *notória sapiência e humildade*.

Ao meu amigo Ricardo de Assis Correia, somos irmão de muita luta, trabalho e estudo. Sempre me ajudou, sempre me acolheu e esteve sempre disponível diante de dificuldades. À Vanessa Sanders por contribuir em vários momentos de estudo. A todos meus amigos do grupo de pesquisa em esportes aquáticos. Tem sido uma honra estar em vossas companhias, em especial, a Cássia, Daniela, Cristiano, Daniel, Luís, Marcos, Rossane e Anita.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da UFRGS, que sempre mostraram muito empenho em lecionar em alto nível.

Aos funcionários da secretaria de nossa Pós-Graduação, aos funcionários do LAPEX, aos funcionários do Centro Natatório, sempre me trataram muito bem e nos tem auxiliado em vários momentos administrativos.

Aos técnicos Fernanda (RS), Priscila (RS), Ana Paula (RS), Renata (RS) Luís (RS), Rui (SC), Rayssa (SP) e Felipe (CE) e seus atletas, serei eternamente grato por todo apoio.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma acreditam e torcem por meu sucesso.

“É uma perda de tempo ficar irritado com a minha deficiência. As pessoas não vão ter tempo para você se você está sempre irritado ou reclamando.” Ao se referir da esclerose lateral amiotrófica (ELA)...

[Stephen Hawking]

APRESENTAÇÃO

Este projeto de tese de doutorado possui, como assunto principal, os parâmetros de desempenho em nadadores com deficiências participantes do esporte paralímpico.

A ideia central desta pesquisa surgiu do interesse mútuo do professor Dr. Flávio Antônio de Souza Castro - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e do meu, professor Me. Wellington Gomes Feitosa - Universidade Estadual do Ceará (UECE), em enfrentarem o desafio de pesquisar o desempenho de nadadores paralímpicos, especificamente daqueles com deficiência físico-motora, visual e intelectual, diante da aparente complexidade e diversidade biomecânica e fisiológica desses nadadores. Busca-se, nesta linha de pesquisa, contribuir para o desempenho de nadadores classificados funcionalmente para participarem de competições paralímpicas.

Este projeto está estruturado em artigos, sendo apresentados: uma introdução geral ao tema central de toda a pesquisa; seguida de cinco capítulos (cada capítulo correspondente a um artigo científico) e considerações finais. Os capítulos desta tese foram organizados de acordo com seus objetivos, sendo assim:

✓ o artigo *i*, formatado de acordo com as regras do periódico *Sports Biomechanics*, e nele já submetido, estando em avaliação, apresenta, como objetivo principal “*to perform a systematic review about studies on the biomechanics, coordination and performance in disabled swimmers following swimming protocols and competitions.*”;

✓ o artigo *ii*, a ser formatado e submetido de acordo com as regras do periódico *the Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, possui, como objetivo central “*to perform a systematic review on oxygen uptake, blood lactate, perceived exertion and percentage heart rate in swimming protocols for physically, visually and intellectually impairment swimmers.*”

✓ o artigo *iii*, em avaliação no periódico *Research Quarterly for Exercise and Sport*, onde está em avaliação, apresenta, como objetivo central “*to assess the validity of $\dot{V}O_{2peak}$ as a $\dot{V}O_{2max}$ estimator, as well as complementary physiological variables—in particular, carbon dioxide production ($\dot{V}CO_2$), respiratory exchange ratio (RER), minute-ventilation (\dot{V}_E), heart rate absolute (HR) and relative (%HRmax)—obtained in a time trial test (200-m) and an incremental intermittent test (Nx200-m) performed by swimmers with physical impairments.*”

✓ o artigo *iv* foi publicado no periódico *International Journal of Performance Analysis in Sport*, apresenta como principal objetivo “*to assess the $\dot{V}O_{2max}$, the $\dot{E}tot$, and C*

measured as $v\dot{V}O_{2max}$ in swimmers with physical impairments, comparing: (i) swimmers grouped by sports classes and (ii) males and females.”

✓ já o artigo *v*, a ser submetido no periódico *Sports Biomechanics*, apresenta, como principal objetivo “*to assess kinematic, coordinative and efficiency parameters measured at maximum oxygen uptake swimming speed in swimmers with physical impairments.*”

Este estudo foi submetido previamente ao Comitê de Ética em Pesquisa local e obteve parecer favorável (nº 2.274.037) (ANEXO A). Houve a anuência do Laboratório de Pesquisa em Exercício – LAPEX da UFRGS (ANEXO B) e do Centro Natatório (ANEXO C). Os participantes da pesquisa foram convidados por meio de cartaz informativo (APENDICE A). Todos os participantes foram esclarecidos dos procedimentos da pesquisa por meio de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B), o qual foi devidamente assinado pelos participantes e pesquisadores. As coletas de dados dos estudos *iii*, *iv* e *v* foram realizadas no Centro Natatório desta Universidade. Um estudo desta magnitude contou com a colaboração dos integrantes do Grupo de Pesquisa em Esportes Aquáticos (GPEA).

O ingresso no doutorado em Ciências do Movimento Humano da UFRGS ocorreu em agosto de 2015, Porto Alegre - RS, com previsão para defesa em 21 de junho de 2019. Cerca de quatro anos se passaram do ingresso à defesa. Toda a colaboração foi fornecida para o êxito do projeto de pesquisa à tese de doutorado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a partir de seus gestores, professores e funcionários.

RESUMO

Na natação Paralímpica, há grande diversidade de deficiências e número de classes esportivas. Lacunas a respeito do desempenho em natação Paralímpica foram encontradas na literatura e exploradas em cinco estudos, cujos objetivos foram: **(i)** realizar revisão sistemática a partir de estudos com parâmetros biomecânicos, coordenativos e de desempenho em nadadores com deficiência, em protocolos e competições de natação; **(ii)** realizar revisão sistemática de estudos sobre consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$), lactato sanguíneo, esforço percebido e frequência cardíaca em protocolos para nadadores com deficiência física, visual e intelectual; **(iii)** avaliar a validade do consumo de oxigênio de pico ($\dot{V}O_{2peak}$) como estimador do consumo de oxigênio máximo ($\dot{V}O_{2max}$), e medidas fisiológicas complementares obtidas de teste máximo contra o relógio (200-m) e teste de nado incremental intermitente (Nx200-m) realizados por nadadores com deficiência física; **(iv)** avaliar o $\dot{V}O_{2max}$, o dispêndio energético metabólico total (\dot{E}_{tot}) e o custo energético (C) medidos na velocidade de consumo máximo de oxigênio ($v\dot{V}O_{2max}$) em nadadores com deficiência física; e **(v)** avaliar os parâmetros cinemáticos, coordenativos e de eficiência mensurados na $v\dot{V}O_{2max}$ em nadadores com deficiência física. Para atingir os objetivos **i** e **ii** foram realizados dois estudos de revisão sistemática. Os principais resultados destes estudos (i e ii) foram: (i) nadadores com deficiências focam na frequência de braçadas com pequenos decréscimos na distância de ciclo para alcançar maiores velocidades, menor índice de coordenação de natação (mais negativo) e menores variações de velocidade; e (ii) o $\dot{V}O_2$, a concentração de lactato sanguíneo e a frequência cardíaca estão relacionadas ao comprometimento morfofisiológico de cada nadador. Dos estudos **iii**, **iv** e **v** participaram 11 nadadores com deficiências físicas. Dois testes foram realizados em nado crawl: teste de 200-m em máxima intensidade e teste de n repetições de 200-m em velocidade progressiva até atingir o $\dot{V}O_{2max}$. Cinemetria tridimensional e medidas direta de $\dot{V}O_2$ durante o nado, lactacidemia e frequência cardíaca foram realizadas. Do estudo **iii**, os principais resultados foram: as comparações entre os pares de medições diretas de $\dot{V}O_2$ foram similares ($p > 0.05$), homogêneas, com dispersões aceitáveis e concordantes. Do estudo **iv**, os principais resultados foram: o $\dot{V}O_{2max}$ foi $38,2 \pm 8,3 \text{ mL.kg.min}^{-1}$, a \dot{E}_{tot} foi $191,9 \pm 51,7 \text{ kJ}$, e o C foi $0,8 \pm 0,2 \text{ kJ.m}^{-1}$. Do estudo **v**, os principais resultados foram: elevada dispersão e intervalo de confiança em todos os parâmetros cinemáticos e coordenativos (dentro do modelo de coordenação em captura). A variação da velocidade (IVV) foi maior nos nadadores com maior impacto da deficiência. A eficiência propulsiva (η_p) foi maior nas classes esportivas com menor impacto da deficiência. Esta tese permitiu: (i) entender, de modo mais aprofundado as respostas dos

parâmetros biomecânicos e fisiológicos em testes e competições realizados por nadadores com deficiências físicas; (ii) definir que $\dot{V}O_{2peak}$, em teste de 200-m nado crawl é similar ao $\dot{V}O_{2max}$ em teste de velocidade progressiva em nado crawl; (iii) o $\dot{V}O_{2max}$, o C , a IVV , e a η_p em nadadores com deficiência são dependentes da classe funcional; e (iv) a contribuição energética aeróbia foi similar entre os sexos. De modo geral, a heterogeneidade de funcionalidade de atletas da natação Paralímpica conduz à necessidade de estudos que levam em consideração as individualidades a fim de melhor entender o desempenho e o treinamento necessário a esses nadadores.

Palavras-chaves: avaliação, deficiência, consumo de oxigênio, velocidade de nado, natação.

ABSTRACT

In Paralympic swimming, there is a great diversity of disabilities and number of sports classes. Gaps in Paralympic swimming performance were found in the literature and explored in five studies, whose objectives were: **(i)** to perform a systematic review of studies on biomechanics, coordination and performance in disabled swimmers following swimming protocols and in competitions; **(ii)** to perform a systematic review on oxygen uptake, blood lactate, perceived exertion and percentage heart rate in swimming protocols for physically, visually and intellectually impairment swimmers; **(iii)** to assess the validity of $\dot{V}O_{2peak}$ as a $\dot{V}O_{2max}$ estimator, as well as complementary physiological variables obtained in a time trial test (200-m) and an incremental intermittent test (Nx200-m) performed by swimmers with physical impairments; **(iv)** was to assess the maximum oxygen uptake ($\dot{V}O_{2max}$), the total metabolic energy expenditure ($\dot{E}tot$), and the energy cost (C) measured as the speed of $\dot{V}O_{2max}$ in swimmers with physical impairments; **(v)** the purpose of this study was twofold: (i) to assess kinematic, coordinative and efficiency parameters measured at $v\dot{V}O_{2max}$ in swimmers with physical impairments, (ii) to correlate these biomechanical parameters with the test time of 200-m maximum. The main results of these studies (**i** and **ii**) were: (i) swimmers with disabilities should work more on stroke rate, with small decreases in stroke length to achieve higher swimming speeds, lower swim coordination index (more negative) and lower speed variations; and (ii) the oxygen uptake, blood lactate concentration and percentage heart rate assessments should consider functionalities and absences according to morphophysiological impairment. Of the studies **iii**, **iv** and **v**, 11 swimmers with physical disabilities participated. Two tests were performed in front crawl: 200-m test in maximum intensity and n test repetitions of 200-m in progressive speed until reaching $\dot{V}O_{2max}$. Three-dimensional cinemetry and direct measurements from $\dot{V}O_2$ during swimming, blood lactate concentrations and heart rate were performed. From study **iii**, the main results were: comparisons between direct measurement pairs from $\dot{V}O_2$ were similar ($p > 0.05$), valid, with acceptable dispersions and agreeable. From study **iv**, the main results were: $\dot{V}O_{2max}$ was $38.2 \pm 8.3 \text{ mL.kg.min}^{-1}$, $\dot{E}tot$ was $191.9 \pm 51.7 \text{ kJ}$, and C was $0.8 \pm 0.2 \text{ kJ.m}^{-1}$. From study **v**, the main results were: high dispersion and confidence interval in all kinematic and coordinative parameters (within the catch-up inter arm coordination model). The intra-cyclic velocity variation (IVV) was higher in swimmers with higher impact of disability. The propelling efficiency (η_p) was higher in sports classes with lower impact of disability. This thesis allowed it: (i) to understand in more depth the responses

of biomechanical and physiological parameters in tests and competitions performed by swimmers with physical disabilities; (ii) to define that $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ in a 200-m crawl swim test is similar to $\dot{V}O_{2\text{max}}$ in a progressive speed test in a crawl swim; (iii) $\dot{V}O_{2\text{max}}$, the C , the IVV, and the η_p in swimmers with disabilities are dependent on the functional class; and (iv) The energy contribution of the aerobic pathways was similar for males and females. In general, the heterogeneity of functionality of Paralympic swimming athletes leads to the need for studies that take into consideration the individualities in order to better understand the performance and the necessary training for these swimmers.

Keywords: assessment, disability, oxygen uptake, swimming speed, swimming

Sumário

AGRADECIMENTOS	2
APRESENTAÇÃO	4
RESUMO	6
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO GERAL	12
Referências	17
2 CAPÍTULO 1 – Performance of disabled swimmers in protocols or tests and competitions: a systematic review and meta-analysis	25
Abstract	25
3 Capítulo 2 – Monitoring physiological parameters in swimmers with impairments: A systematic review	27
Summary	27
4 Capítulo 3 – Is <i>VO2peak</i> a valid estimation of <i>VO2max</i> in swimmers with physical impairments?	29
Abstract	29
5 Capítulo 4 – Maximal oxygen uptake, total metabolic energy expenditure, and energy cost in swimmers with physical disabilities	31
Abstract	31
6 Capítulo 5 – Kinematic, coordinative and efficiency parameters of swimmers with physical impairments at maximum aerobic power swimming speed	33
Abstract	33
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
8 LIMITAÇÕES	38
REFERÊNCIAS GERAIS	40
ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP	55
ANEXO B – Declaração de anuência de realização de pesquisa no LAPEX	59
ANEXO C – Termo de anuência do Centro Natatório	60
APÊNDICE A – Cartaz de convite para os participantes da pesquisa	61
APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	62

Introdução geral

1 INTRODUÇÃO GERAL

O desempenho na natação é basicamente relacionado à capacidade de coordenar movimentos corporais complexos para maximizar a propulsão e minimizar a resistência na água (Toussaint & Beek, 1992; Osborough, Daly, & Payton, 2015). Sabe-se que diversos parâmetros biomecânicos e fisiológicos influenciam ou determinam o desempenho em natação (Barbosa et al., 2010; Castro, Oliveira, Moré, & Mota, 2010). A compreensão desses parâmetros pode contribuir para que atletas com deficiência física, visual ou intelectual, possam atingir velocidades cada vez maiores em provas de natação competitiva (Osborough, Payton, & Daly, 2009; Marques-Aleixo et al., 2013; Souto, Oliveira, & Santos Filho, 2016).

A classificação nos esportes paralímpicos é baseada na função e não no desempenho (Tweedy & Vanlandewijck, 2011). Especificamente para a natação, a classificação está relacionada ao potencial residual de cada nadador em sua variação da eficácia propulsiva (*International Paralympic Committee [IPC] Explanatory guide to Paralympic classification in Paralympic summer sports, 2015; International Paralympic Committee [IPC]. World Para Swimming: classification rules and regulations, 2017*). Nesse sentido, nadadores com deficiência são agrupados em categorias (classes esportivas), por impacto de uma deficiência elegível, em sua capacidade de executar as tarefas específicas e fundamentais do esporte (exceto para nadadores com deficiência visual).

Há 14 classes esportivas na natação paralímpica (WPS, 2018): 10 classes esportivas para nadadores paralímpicos com deficiência física (S1 a S10, do maior para o menor impacto da deficiência na execução de tarefas específicas da natação esportiva); três classes para a deficiência visual (S11 a S13, da menor acuidade visual para a maior); e uma classe para a deficiência intelectual (S14, nadadores com restrições no funcionamento intelectual são avaliados em testes de cognição esportiva).

No caso dos nadadores com deficiência física, a oportunidade para participação do movimento paralímpico engloba pessoas com potência muscular comprometida nos membros ou na metade inferior do corpo (por exemplo, lesões da medula espinhal, espinha bífida ou poliomielite); redução permanente de amplitude articular alcançada em movimento passivo; deficiência dos membros (por exemplo, amputação por doença ou acidente); diferença no comprimento de membros inferiores; estatura baixa devido a dimensões anormais dos ossos dos membros superiores e inferiores ou do tronco (por exemplo, acondroplasia ou disfunção do hormônio do crescimento); hipertonia - aumento anormal da tensão muscular e capacidade reduzida dos músculos para alongar; ataxia - falta de coordenação dos movimentos musculares

devido à condição neurológica, como paralisia cerebral, lesão cerebral ou esclerose múltipla; atetose - caracterizada por movimentos com desequilíbrio, descontrole e dificuldade em manter postura simétrica, devido à paralisia cerebral, lesão cerebral, esclerose múltipla ou outras condições.

Quanto aos nadadores cegos ou com deficiência visual, cada classe esportiva é representada por: classe esportivas S11 – nadadores com acuidade visual muito baixa e/ou sem percepção de luz, cego); classe esportiva S12 – acuidade visual maior que a classe S11 e/ou um campo visual de menos de 5 graus de raio); e classe esportiva S13 – maior acuidade visual elegível e/ou um campo visual de menos de 20 graus de raio) (*International Paralympic Committee [IPC] Explanatory guide to Paralympic classification in Paralympic summer sports*, 2015). Nadadores cegos possuem maior dificuldade em perceber as marcações no fundo da piscina e as limitações em cada raia, quando comparados a nadadores com deficiência visual (Daly, Malone, Burkett, Gabrys, & Satkunskiene, 2009). Há algumas adaptações nas movimentações, por exemplo, alteração da posição da cabeça e postura do corpo (WINNICK, 2000). Desta maneira, a visão é um importante provedor de *feedback* durante o curso do nado, capaz de proporcionar mais facilmente o refinamento da técnica (Malone, Sanders, Schiltz, & Steadward, 2001).

Em relação à deficiência intelectual (classe esportiva S14), há limitação no funcionamento intelectual e no comportamento adaptativo, por exemplo, dificuldade no reconhecimento de padrões, sequências e memória, tempo de reação maior. Por exemplo, dificuldade em expressar habilidades adaptativas conceituais, sociais e práticas, que se originam antes dos 18 anos de idade (*International Paralympic Committee [IPC] Explanatory guide to Paralympic classification in Paralympic summer sports*, 2015).

Os padrões motores de nadadores com deficiência podem ser caracterizados em análises biomecânicas (Barbosa & Vilas-Boas, 2005), a fim de melhorar a eficiência na execução dos movimentos e compreender como cada deficiência impacta nas tarefas requeridas da natação competitiva (Morrien, Taylor, & Hettinga, 2017; Burkett et al., 2018). Um importante parâmetro biomecânico é a velocidade média de nado (SS) (Barbosa et al., 2010). Quando analisada a SS de nado puro, sem a contribuição de saídas e viradas, esta é o produto entre a frequência média de braçadas (SR) e a distância média percorrida pelo corpo a cada ciclo de braçadas (SL) (Craig & Pendergast, 1979; Craig, Skehan, Pawelczyk, & Boomer, 1985). Para tanto, a fim de alcançar altas performances competitivas, nadadores adaptam a SS, a SR e a SL às distâncias percorridas (Schnitzler, Seifert, Ernwein, & Chollet, 2008).

Altas SS são atingidas de modo mais eficiente com maior SL em uma baixa SR. Desta forma, a SS e SL estão diretamente relacionadas (Craig & Pendergast, 1979; Craig et al., 1985). Se não houver longa SL, o nadador terá que aumentar a SR para nadar mais rápido (Craig & Pendergast, 1979), como em provas curtas (Ferreira et al., 2012). Há menores valores de SR nas provas de 200 m quando comparadas aos 100 m nas quatro técnicas de nado, mas sem mudança na SL para eventos executados nas técnicas de crawl e costas para nadadores sem deficiência (Chollet, Pelayo, Tourny, & Sidney, 1996).

Em adição, a SL está estreitamente relacionada à maior eficiência de nado e à capacidade metabólica ou ainda a adaptações do sistema nervoso (Silva & Moreira, 2003). A eficiência de nado, que pode ser representada pela eficiência propulsiva (η_p), deve expressar a potência mecânica necessária para superar o arrasto em relação à potência mecânica total gerada (Figueiredo, Toussaint, Vilas-Boas, & Fernandes, 2013). Assim, enquanto a potência mecânica total aumenta com a SS, a η_p diminui (Zamparo, 2006).

De forma complementar, os nadadores utilizam diferentes modelos coordenativos para que possam explorar diferentes soluções motoras, facilitando a descoberta e adoção de padrões ótimos individualizados de coordenação (Seifert et al., 2011). Essas soluções motoras fazem com que haja variabilidade na execução do nado, especialmente em relação ao modelo de coordenação adotado. A coordenação de membros superiores é modificada com aumentos da velocidade ou com diminuição da distância percorrida em função do nível de desempenho (Millet, Chollet, Chabies, & Chatard, 2002; Schnitzler et al., 2008). Estando a coordenação Inter membros superiores, a duração das fases das braçadas e a SR demonstradas como importantes variáveis quando se avaliam os efeitos da fadiga durante a execução do nado crawl (Lee, Sanders, & Payton, 2014). Uma forma utilizada para estabelecer os padrões de coordenação de nado, em nadadores sem deficiência nos membros superiores, é o índice de coordenação de nado – IdC. Com uma deficiência em um dos membros superiores, por exemplo, uma amputação ou má formação congênita que conserve pelo menos parte do membro superior, utiliza-se, para tal, o índice de coordenação de nado adaptado (IdCadap).

IdC e IdCadap não são iguais (Chollet, Chabies, & Chatard, 2000; Osborough, Payton, & Daly, 2010). O IdC é determinado por meio do intervalo de tempo entre as ações de propulsão dos membros superiores, utilizando-se as posições das mãos para definir as fases do ciclo de braçadas na técnica de nado crawl, permitindo identificar três modelos principais de coordenação: captura, oposição e sobreposição (Chollet et al., 2000). Por outro lado, o IdCadap é obtido por meio das ações de propulsão, levando-se em consideração que há uma única

amputação de membro superior e, a partir de um ponto comum entre ambos membros superiores, definido pelos ângulos ao longo de um ciclo (Osborough et al., 2010). Tais distinções têm em comum a questão da geração de propulsão durante o nado a partir dos movimentos dos membros corporais dos nadadores, havendo associações entre a SS, duração absoluta das fases de entrada e deslize, relativa com a fase propulsiva (Ferreira et al., 2012).

É importante perceber que os nadadores não se movem à velocidade constante, por que as variações na ação dos segmentos propulsivos (superiores e inferiores) e do tronco levam a variações na velocidade de nado ao longo do ciclo de braçada (IVV) (Craig, Termin, & Pendergast, 2006; Barbosa, Fernandes, Morouço, & Vilas-Boas, 2008). Embora existam vários estudos dedicados, pelo menos em parte, a demonstrar as implicações das IVV para o desempenho de nadadores sem deficiência (Barbosa et al., 2013; Gourgoulis et al., 2013; Morouco, Barbosa, Arellano, & Vilas-Boas, 2017), pouco é conhecido sobre as IVV em função das diversas deficiências elegíveis para o esporte adaptado, especificamente, a natação.

A literatura demonstra ainda que a capacidade de aplicação de força ao longo do tempo está relacionada com a força propulsiva (Keskinen & Komi, 1993) e mantém relação com o desempenho do nadador em provas de nado livre (Papoti, Martins, Cunha, Zagatto, & Gobatto, 2003; Castro et al., 2010; Santos, Bento, Pereira, & Rodacki, 2016). É por meio da relação entre as forças propulsivas e resistivas que se estabelece o deslocamento na água (Vilas-Boas, Barbosa, & Fernandes, 2010). Entre alguns métodos para mensurar a força propulsiva na natação estão: o sistema de mensuração do arrasto ativo - *MAD-system* (Hollander et al., 1986), o nado semi-atado (Papoti et al., 2013; Kalva-Filho et al., 2016) e o nado atado ou nado estacionário (Lee et al., 2014; Morouço, Marinho, Izquierdo, Neiva, & Marques, 2015). As informações provindas de estudos com esses métodos são fundamentais para o estudo da biomecânica da natação (Akis & Orcan, 2004).

Por sua vez, avaliações cardiorrespiratórias fornecem importantes informações sobre o parâmetros fisiológicos do desempenho na natação, especialmente em avaliações do consumo de oxigênio (Fernandes et al., 2008; Sousa et al., 2010; de Jesus et al., 2014). Neste sentido, o consumo máximo de oxigênio representa a potência aeróbica máxima dos nadadores (Sousa et al., 2011) e é um parâmetro que pode ser utilizado tanto em treinamento, quanto em análises do desempenho (Fernandes & Vilas-Boas, 2012; Mohamady, 2012). Dados relativos ao consumo de oxigênio em nado livre de nadadores com deficiência físico-motora, visual e intelectual são escassos na literatura.

Juntamente com os dados de potência aeróbia, concentrações de lactato sanguíneo, velocidade e duração de teste em avaliações dos nadadores, informações adicionais podem ser

obtidas sobre o dispêndio energético metabólico total (\dot{E}_{tot}) e o custo energético (C) (Barbosa, Fernandes, Keskinen, & Vilas-Boas, 2008; Gonjo et al., 2018). Enquanto o \dot{E}_{tot} é o resultado da soma da energia fornecida pelas rotas aeróbias, anaeróbias láctica e aláctica, o C é um preditor bioenergético do desempenho da locomoção humana, e engloba o \dot{E}_{tot} e a velocidade em uma determinada distância (di Prampero, 1986; Barbosa et al., 2010). Estas informações podem ser úteis para traçar estratégias de treinamento e melhoria do desempenho desses nadadores.

De forma específica, uma melhor compreensão dos parâmetros de desempenho em nadadores com deficiência físico-motora, visual ou intelectual pode ser alcançada por meio de estudos que busquem responder a seguinte pergunta guia desta pesquisa: de que forma as diferentes características funcionais presentes em nadadores com deficiências físico-motora, visuais e intelectuais influenciam os parâmetros biomecânicos e fisiológicos de desempenho em protocolos e provas de natação competitiva? A partir deste problema de pesquisa, surgiu a necessidade de buscar preencher as seguintes **lacunas** presentes na literatura, seguidas dos respectivos **objetivos dos estudos**.

Estudo (i) e (ii) – Ao analisar bases de dados científicas (PubMed, EMBASE, ISI Web of Knowledge, SPORTDiscus, and Academic Search Premier) foi encontrado número elevado de artigos sobre o desempenho de nadadores com deficiência. No entanto, com grande diversidade de deficiências (físicas, visuais e intelectuais com suas respectivas classes esportivas), distintos protocolos e eventos competitivos, bem como, algumas vezes, os estudos mostravam um número pequenos de participantes. Estes resultados poderiam ser reunidos sistematicamente para uma compreensão mais ampliada. Nesse sentido, foi possível desenvolver duas revisões sistemáticas, a primeira com metanálise, com os seguintes objetivos: (i) realizar uma revisão sistemática a partir de estudos com parâmetros biomecânicos, coordenativos e de desempenho em nadadores com deficiência, em competições e protocolos de natação; (ii) realizar uma revisão sistemática de estudos sobre consumo de oxigênio, lactato sanguíneo, esforço percebido e frequência cardíaca percentual em protocolos para nadadores com deficiência física, visual e intelectual.

Estudo (iii) – alguns estudos encontrados na literatura debatem questões relativas a validade do uso do consumo de oxigênio de pico ($\dot{V}O_{2peak}$) comparado ao consumo de oxigênio máximo ($\dot{V}O_{2max}$) obtidos em velocidade incremental intermitente em nadadores sem deficiência (Billat et al., 1996; Sousa et al., 2010; Poole & Jones, 2017; Zacca et al., 2017). No entanto, não está claro se variáveis fisiológicas obtidas em testes de natação contra o relógio (200-m) e testes de nado incrementais intermitentes, ambos realizados com a técnica de nado

crawl, são similares ou não. Caso os resultados de ambos os testes sejam similares, seria possível realizar o monitoramento de variáveis fisiológicas em menor tempo e menor trabalho para número maior de nadadores em cada sessão de avaliação. Neste sentido, o objetivo do terceiro estudo foi avaliar a validade do consumo de oxigênio de pico ($\dot{V}O_{2peak}$) como estimador do consumo de oxigênio máximo ($\dot{V}O_{2max}$), medidos ambos diretamente em natação e obtidos em teste máximo contra o relógio (200-m) e teste de nado incremental intermitente (Nx200-m) realizados por nadadores com deficiência física.

Os estudos (*iv*) e (*v*) surgem a partir de reduzidas informações sobre parâmetros fisiológicos ($\dot{V}O_{2max}$, $\dot{E}tot$ e C) e biomecânicos (cinemáticos, coordenativos e de eficiência) em nadadores com deficiência (baseado nas revisões sistemáticas), a despeito de existirem diversos estudos em nadadores sem deficiência. Para tanto, o estudo (*iv*) e (*v*), buscam, respectivamente, (estudo *iv*) avaliar o $\dot{V}O_{2max}$, o $\dot{E}tot$ e o C , mensurados na velocidade de consumo máximo de oxigênio ($v\dot{V}O_{2max}$) em nadadores com deficiência física; e (estudo *v*) avaliar os parâmetros cinemáticos, coordenativos e de eficiência mensurados na $v\dot{V}O_{2max}$ em nadadores com deficiência física.

Acredita-se que os resultados provenientes desses estudos, sobre parâmetros biomecânicos e fisiológicos de desempenho em nadadores com deficiência, possam contribuir para uma compreensão ampla da natação para participantes do esporte paralímpico.

Referências

- Akis, T., & Orcan, Y. (2004). Experimental and analytical investigation of the mechanics of crawl stroke swimming. *Mech Res Commun*, 31(2). 243-261. doi:10.1016/j.mechrescom.2003.07.001
- Barbosa, T. M., Bragada, J. A., Reis, V. M., Marinho, D. A., Carvalho, C., & Silva, A. J. (2010). Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: updating the state of the art. *J Sci Med Sport*, 13(2). 262-269. doi:10.1016/j.jsams.2009.01.003
- Barbosa, T. M., Fernandes, R. J., Keskinen, K. L., & Vilas-Boas, J. P. (2008). The influence of stroke mechanics into energy cost of elite swimmers. [Comparative Study]. *Eur J Appl Physiol*, 103(2). 139-149. doi:10.1007/s00421-008-0676-z

- Barbosa, T. M., Fernandes, R. J., Morouço, P. G., & Vilas-Boas, J. P. (2008). Predicting the intra-cyclic variation of the velocity of the centre of mass from segmental velocities in butterfly stroke: a pilot study. *J Sports Sci Med*, 7(2). 201-209.
- Barbosa, T. M., Morouço, P. G., Jesus, S., Feitosa, W. G., Costa, M. J., Marinho, D. A., . . . Garrido, N. D. (2013). The interaction between intra-cyclic variation of the velocity and mean swimming velocity in young competitive swimmers. *Int J Sports Med*, 34(2). 123-130. doi:10.1055/s-0032-1312582
- Barbosa, T. M., & Vilas-Boas, J. P. (2005). Study of several efficiency concepts about human locomotion in aquatic environment. *Rev Port Cien Desp*, 5. 337-349.
- Billat, V. L., Faina, M., Sardella, F., Marini, C., Fanton, F., Lupo, S., . . . Dalmonte, A. (1996). A comparison of time to exhaustion at $\dot{V}O_2$ max in elite cyclists, kayak paddlers, swimmers and runners. *Ergonomics*, 39(2). 267-277. doi:10.1080/00140139608964457
- Burkett, B., Payton, C., Van de Vliet, P., Jarvis, H., Daly, D., Mehrkuehler, C., . . . Hogarth, L. (2018). Performance characteristics of para swimmers: how effective is the swimming classification system? *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 29(2). 333-346. doi:10.1016/j.pmr.2018.01.011
- Castro, F. A. S., Oliveira, T. S., Moré, F. C., & Mota, C. B. (2010). Relações entre desempenho em 200 m nado crawl e variáveis cinéticas do teste de nado estacionário. *Rev. Bras. Cienc. Esporte*, 31(3). 161-176.
- Chollet, D., Chalies, S., & Chatard, J. C. (2000). A new index of coordination for the crawl: description and usefulness. *Int J Sports Med*, 21(1). 54-59. doi:10.1055/s-2000-8855
- Chollet, D., Pelayo, P., Tourny, C., & Sidney, M. (1996). Comparative analysis of 100m and 200m events in the four strokes in top level swimmers. *J Hum Mov Studies*, 31. 25-37.
- Craig, A. B., Jr., & Pendergast, D. R. (1979). Relationships of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. *Med Sci Sports*, 11(3). 278-283.
- Craig, A. B., Jr., Skehan, P. L., Pawelczyk, J. A., & Boomer, W. L. (1985). Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. *Med Sci Sports Exerc*, 17(6). 625-634.
- Craig, A. B., Jr., Termin, B., & Pendergast, D. R. (2006). Simultaneous recordings of velocity and video during swimming. *Portuguese J Sport Sci*, 6(2). 32-35.

- Daly, D., Malone, L. A., Burkett, B., Gabrys, T., & Satkunskiene, D. (2009). Is sight the main deterrent to race performance in visually impaired competitive swimmers? *Phys Educ Sport* (Vol. 7. 1-15): FACTA UNIVERSITATIS.
- de Jesus, K., Guidetti, L., de Jesus, K., Vilas-Boas, J. P., Baldari, C., & Fernandes, R. J. (2014). Which are the best VO₂ sampling intervals to characterize low to severe swimming intensities? *Int J Sports Med*, 35(12). 1030-1036. doi:10.1055/s-0034-1368784
- di Prampero, P. E. (1986). The energy cost of human locomotion on land and in water. [Comparative Study Research Support, Non-U.S. Gov't Review]. *Int J Sports Med*, 7(2). 55-72. doi:10.1055/s-2008-1025736
- Fernandes, R. J., Keskinen, K. L., Colaco, P., Querido, A. J., Machado, L. J., Morais, P. A., . . . Vilas-Boas, J. P. (2008). Time limit at VO₂max velocity in elite crawl swimmers. *Int J Sports Med*, 29(2). 145-150. doi:10.1055/s-2007-965113
- Fernandes, R. J., & Vilas-Boas, J. P. (2012). Time to Exhaustion at the VO₂max Velocity in Swimming: A Review. *J Hum Kinet*, 32. 121-134. doi:10.2478/v10078-012-0029-1
- Ferreira, M. I., Silva, A. J., Oliveira, D. R., Garrido, N. D., Barbosa, T. M., Marinho, D. A., & Reis, V. M. (2012). Analysis of the determinant kinematical parameters for performance in the 200-m freestyle swimming event. *Motriz: J. Phys. Ed. UNESP*, 18(2). 366-377. doi:org/10.1590/S1980-65742012000200017
- Figueiredo, P., Toussaint, H. M., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2013). Relation between efficiency and energy cost with coordination in aquatic locomotion. *Eur J Appl Physiol*, 113(3). 651-659. doi:10.1007/s00421-012-2468-8
- Gonjo, T., McCabe, C., Sousa, A., Ribeiro, J., Fernandes, R. J., Vilas-Boas, J. P., & Sanders, R. (2018). Differences in kinematics and energy cost between front crawl and backstroke below the anaerobic threshold. *Eur J Appl Physiol*, 118(6). 1107-1118. doi:10.1007/s00421-018-3841-z
- Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Boli, A., Michalopoulou, M., Toubekis, A., Kasimatis, P., . . . Mavrommatis, G. (2013). Inter-arm coordination and intra-cyclic variation of the hip velocity during front crawl resisted swimming. *J Sports Med Phys Fitness*, 53(6). 612-619.

- Hollander, A. P., De Groot, G., van Ingen Schenau, G. J., Toussaint, H. M., De Best, H., Peeters, W., . . . Schreurs, A. W. (1986). Measurement of active drag during crawl arm stroke swimming. *J Sports Sci*, 4(1). 21-30. doi:10.1080/02640418608732094
- International Paralympic Committee [IPC] Explanatory guide to Paralympic classification in Paralympic summer sports*. (2015). Germany: International Paralympic Committee
- International Paralympic Committee [IPC]. World Para Swimming: classification rules and regulations*. (2017). Bonn, Germany: International Paralympic Committee
- Kalva-Filho, C. A., Zagatto, A. M., AS, D. A. S., MY, D. E. A., PB, D. E. A., & Papoti, M. (2016). Tethered 3-min all-out test did not predict the traditional critical force parameters in inexperienced swimmers. *J Sports Med Phys Fitness*
- Keskinen, K. L., & Komi, P. V. (1993). Intracycle variation in force, velocity and power as a measure of technique performance during front crawl swimming. In S. Bouisset, S. Métral & H. Monod (Eds.), *XIVth ISB Congress of Biomechanics* (676-667). France: International Society of Biomechanics.
- Lee, C. J., Sanders, R. H., & Payton, C. J. (2014). Changes in force production and stroke parameters of trained able-bodied and unilateral arm-amputee female swimmers during a 30 s tethered front-crawl swim. *J Sports Sci*, 32(18). 1704-1711. doi:10.1080/02640414.2014.915420
- Malone, L. A., Sanders, R. H., Schiltz, J. H., & Steadward, R. D. (2001). Effects of visual impairment on stroke parameters in Paralympic swimmers. *Med Sci Sports Exerc*, 33(12). 2098-2103.
- Marques-Aleixo, I., Querido, A., Figueiredo, P., Vilas-Boas, J. P., Corredeira, R., Daly, D., & Fernandes, R. J. (2013). Intracyclic velocity variation and arm coordination assessment in swimmers with Down syndrome. *Adapt Phys Activ Q*, 30(1). 70-84.
- Millet, G. P., Chollet, D., Chabies, S., & Chatard, J. C. (2002). Coordination in front crawl in elite triathletes and elite swimmers. *Int J Sports Med*, 23(2). 99-104. doi:10.1055/s-2002-20126
- Mohamady, E. K. A. E. (2012). Effect of Basic Endurance Training on the Level of Maximum Oxygen Consumption and the Recorded Achievement for Junior Swimmers 400m Freestyle Stroke. *World Journal of Sport Sciences*, 6(1). 21-25.

- Morouco, P. G., Barbosa, T. M., Arellano, R., & Vilas-Boas, J. P. (2017). Intra-Cyclic Variation of Force and Swimming Performance. *Int J Sports Physiol Perform.* 1-20. doi:10.1123/ijspp.2017-0223
- Morouço, P. G., Marinho, D. A., Izquierdo, M., Neiva, H., & Marques, M. C. (2015). Relative Contribution of Arms and Legs in 30 s Fully Tethered Front Crawl Swimming. *Biomed Res Int*, 2015, p 563206. doi:10.1155/2015/563206
- Morrien, F., Taylor, M. J. D., & Hettinga, F. J. (2017). Biomechanics in Paralympics: Implications for Performance. *Int J Sports Physiol Perform*, 12(5). 578-589. doi:10.1123/ijspp.2016-0199
- Osborough, C. D., Daly, D., & Payton, C. (2015). Effect of swim speed on leg-to-arm coordination in unilateral arm amputee front crawl swimmers. *J Sports Sci*, 33(14). 1523-1531. doi:10.1080/02640414.2014.996181
- Osborough, C. D., Payton, C. J., & Daly, D. (2009). Relationships between the front crawl stroke parameters of competitive unilateral arm amputee swimmers, with selected anthropometric characteristics. *J Appl Biomech*, 25(4). 304-312.
- Osborough, C. D., Payton, C. J., & Daly, D. (2010). Influence of swimming speed on inter-arm coordination in competitive unilateral arm amputee front crawl swimmers. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Hum Mov Sci*, 29(6). 921-931. doi:10.1016/j.humov.2010.05.009
- Papoti, M., da Silva, A. S., Araujo, G. G., Santiago, V., Martins, L. E., Cunha, S. A., & Gobatto, C. A. (2013). Aerobic and anaerobic performances in tethered swimming. *Int J Sports Med*, 34(8). 712-719. doi:10.1055/s-0031-1291250
- Papoti, M., Martins, L. E., Cunha, S. A., Zagatto, A., & Gobatto, C. A. (2003). Padronização de um protocolo específico para determinação da aptidão anaeróbia de nadadores utilizando células de carga. *Rev. port. ciênc. desporto*, 3(3). 36-42.
- Poole, D. C., & Jones, A. M. (2017). Measurement of the maximum oxygen uptake Vo_{2max} : Vo_{2peak} is no longer acceptable. *J. Appl Physiol (1985)*, 122(4). 997-1002. doi:10.1152/jappphysiol.01063.2016
- Santos, K. B., Bento, P. C., Pereira, G., & Rodacki, A. L. (2016). The Relationship Between Propulsive Force in Tethered Swimming and 200-m Front Crawl Performance. *J Strength Cond Res*, 30(9). 2500-2507. doi:10.1519/JSC.0000000000000410

- Schnitzler, C., Seifert, L., Ernwein, V., & Chollet, D. (2008). Arm coordination adaptations assessment in swimming. [Comparative Study]. *Int J Sports Med*, 29(6). 480-486. doi:10.1055/s-2007-989235
- Seifert, L., Leblanc, H., Herault, R., Komar, J., Button, C., & Chollet, D. (2011). Inter-individual variability in the upper-lower limb breaststroke coordination. *Hum Mov Sci*, 30(3). 550-565. doi:10.1016/j.humov.2010.12.003
- Silva, A., & Moreira, A. (2003). *Instrumentos de avaliação da eficácia técnica em natação: pertinência científica e operacionalidade pedagógica*
- Sousa, A., Figueiredo, P., Oliveira, N., Oliveira, J., Keskinen, K. L., & Vilas-Boas, J. P. (2010). Comparasion between VO₂peak and VO₂max at different time intervals. *Open Sports Sci J*, 3. 22-24. doi:10.2174/1875399X01003010022
- Sousa, A., Figueiredo, P., Oliveira, N. L., Oliveira, J., Silva, A. J., Keskinen, K. L., . . . Fernandes, R. J. (2011). VO₂ kinetics in 200-m race-pace front crawl swimming. *Int J Sports Med*, 32(10). 765-770. doi:10.1055/s-0031-1279772
- Souto, E. C., Oliveira, L. S., & Santos Filho, C. S. (2016). The impact of visual impairment on the performance of national and international 50-meter freestyle swimmers. *Rev. Bras. Ciên. Saúde*, 20(1). 15-20. doi:10.4034/RBCS.2016.20.01.03
- Toussaint, H. M., & Beek, P. J. (1992). Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports Med*, 13(1). 8-24.
- Tweedy, S. M., & Vanlandewijck, Y. C. (2011). International Paralympic Committee position stand--background and scientific principles of classification in Paralympic sport. *Br J Sports Med*, 45(4). 259-269. doi:10.1136/bjism.2009.065060
- Vilas-Boas, J. P., Barbosa, T. M., & Fernandes, R. J. (2010). Speed fluctuation, swimming economy, performance and training in swimming In L. Seifert, D. Chollet & I. Mujika (Eds.), *World Book of Swimming: From Science to Performance* (119 – 134). New York: Nova Science Publishers.
- WINNICK, J. P. (2000). *Adapted Physical Education and Sport*. In I. L. Champaign (Ed.), (3rd ed., pp. 160-180). Human Kinetics.
- World Para Swimming: technical rules & regulations (2018).

- Zacca, R., Azevedo, R., Silveira, R. P., Vilas-Boas, J. P., Pyne, D. B., de, S. C. F. A., & Fernandes, R. J. (2017). Comparison of incremental intermittent and time trial testing in age-group swimmers. *J. Strength Cond Res* doi:10.1519/JSC.0000000000002087
- Zamparo, P. (2006). Effects of age and gender on the propelling efficiency of the arm stroke. [Comment Comparative Study Controlled Clinical Trial]. *Eur J Appl Physiol*, 97(1). 52-58. doi:10.1007/s00421-006-0133-9

Estudo 1

Performance of disabled swimmers in protocols or tests and competitions: a systematic review and meta-analysis

2 CAPÍTULO 1 – Performance of disabled swimmers in protocols or tests and competitions: a systematic review and meta-analysis

Abstract

Biomechanical and coordination measurements are useful tools to assess swimming performance. Regarding Paralympic swimming, function and technique make these measurements complex. The aim of this study was to perform a systematic review of studies on biomechanics, coordination and performance in disabled swimmers following swimming protocols and in competitions. Data sources: PubMed, EMBASE, ISI Web of Knowledge, SPORTDiscus and Academic Search Premier. We selected complete studies, published until June 2018. Eighteen studies satisfied the inclusion criteria and were selected for qualitative analysis; nine of these were included in the meta-analysis. Swimming speed and stroke length increase with less impact of physical, visual and intellectual impairment on performing specific swimming tasks. Stroke rate is more stable all through the sport classes than both swimming speed and stroke length. Most physically disabled swimmers adopt the catch-up coordination model. Stroke rate is responsible for most of the intracycle velocity variation in swimmers with amputations or malformations of the upper limbs. No study was found on propulsive efficiency. Swimmers with disabilities should work more on stroke rate, with small decreases in stroke length to achieve higher swimming speeds, lower swim coordination index (more negative) and lower speed variations.

Keywords: Swimming; classification; Paralympics; Disability sport; front crawl.

Devido a questões de direitos autorais, apenas o resumo deste artigo está neste documento.

Capítulo 2

**Monitoring physiological parameters in swimmers with impairments:
A systematic review**

3 Capítulo 2 – Monitoring physiological parameters in swimmers with impairments: A systematic review

Summary

Objectives. – The aim of this study is to perform a systematic review on oxygen uptake, blood lactate, perceived exertion and percentage heart rate in swimming protocols for physically, visually and intellectually impairment swimmers. *Actualities.* – Physiological parameters influence swimming performance. Studies on swimmers with disabilities which gather information on physiological parameters are rare. The studies found also demonstrate great variability in the physiological parameters concerning the categories or classifications of physically disabled swimmers. *Prospects and projects* – A comprehensive search of the literature was performed using PubMed, EMBASE, Web of Science and EBSCO for complete studies between database inception and February 16, 2019. Eight studies (n = 93) satisfied the inclusion criteria and were selected for analysis. The oxygen uptake obtained in protocols of short duration (tethered swimming) and long duration (incremental swim test) showed, respectively, $<29 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ and $<56 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ for physically disabled swimmers. The highest concentrations of blood lactate were reached in maximal anaerobic tests, followed by maximal aerobic test. The percentage heart rate was close to 90% in most cases. *Conclusion* – The oxygen uptake, blood lactate concentration and percentage heart rate assessments should consider functionalities and absences according to morphophysiological impairment. However, there was great heterogeneity of disabilities found in the sports classification and reduced number of participants in each study.

Keywords: Swimming, Performance, Disability.

Devido a questões de direitos autorais, apenas o resumo deste artigo está neste documento.

Capítulo 3

Is $\dot{V}O_{2peak}$ a valid estimation of $\dot{V}O_{2max}$ in swimmers with physical impairments?

4 Capítulo 3 – Is $\dot{V}O_{2peak}$ a valid estimation of $\dot{V}O_{2max}$ in swimmers with physical impairments?

Abstract

Purpose: Peak and maximal oxygen uptake ($\dot{V}O_{2peak}$ and $\dot{V}O_{2max}$, respectively) are used in assessing aerobic power. For swimmers with physical impairments, it is unclear whether the physiological variables obtained in 200-m and Nx200-m tests are similar. The objective of this study is to assess the validity of $\dot{V}O_{2peak}$ as an estimator of $\dot{V}O_{2max}$ and complementary physiological variables, in particular, carbon dioxide production ($\dot{V}CO_2$), respiratory exchange ratio (RER), minute-ventilation (\dot{V}_E) and absolute (HR) and relative (%HRmax) heart rates—which were obtained in a time trial test (200-m) and an incremental intermittent test (Nx200-m) performed by swimmers with physical impairments. **Methods:** Eleven well-trained swimmers with physical impairments performed 200-m all-out and Nx200-m from low to all-out (controlled by a visual pacer), both with a respiratory valve system and a portable gas analyser. **Results:** A paired Student's t-test showed no statistical difference ($p > 0.05$) for all comparisons. The intraclass correlation coefficient (ICC) was 0.97 and 0.98 for $\dot{V}O_2$ in l/min and ml/kg/min, respectively; ICC = 0.75 to 0.9 for $\dot{V}CO_2$ (l/min and ml/kg/min), \dot{V}_E (in l/min) and HR (beats/min); ICC = 0.5 and 0.75) for %HRmax; and ICC < 0.5 for RER. Passing-Bablok regression showed that the dispersions were acceptable, considering the proportionality, except for HR and %HRmax. Bland-Altman method showed a high level of agreement for all variables. **Conclusions:** The $\dot{V}O_{2peak}$ and $\dot{V}O_{2max}$, as well as the physiological variables $\dot{V}CO_2$ and HR obtained, respectively, by 200-m and Nx200-m tests in swimmers with physical impairment were not different.

Keywords: validation; time trial test; incremental protocol; Paralympic swimming physiology.

Devido a questões de direitos autorais, apenas o resumo deste artigo está neste documento.

Capítulo 4

Maximal oxygen uptake, total metabolic energy expenditure, and energy cost in swimmers with physical disabilities

5 Capítulo 4 – Maximal oxygen uptake, total metabolic energy expenditure, and energy cost in swimmers with physical disabilities

Abstract

The purpose of this study was to assess the maximum oxygen uptake ($\dot{V}O_{2max}$), the total metabolic energy expenditure ($\dot{E}tot$), and the energy cost (C) measured as the speed of $\dot{V}O_{2max}$ in swimmers with physical impairments. Eleven swimmers performed an Nx200-m front crawl test from a low to all-out speed and data were obtained at maximum aerobic power. The oxygen uptake was measured breath-by-breath by a telemetric gas exchange system. The $\dot{E}tot$ was calculated from the aerobic and anaerobic pathways at maximal intensity. The C was obtained by the ratio of the $\dot{E}tot$ and the mean swimming speed. The $\dot{V}O_{2max}$ was $38.2 \pm 8.3 \text{ mL.kg.min}^{-1}$, the $\dot{E}tot$ was $191.9 \pm 51.7 \text{ kJ}$, and the C was $0.8 \pm 0.2 \text{ kJ.m}^{-1}$. The energy contribution of the aerobic pathway was higher ($p < 0.001$) than that of both the anaerobic pathways, which were similar ($p > 0.05$). There was no gender effect on the results of the energy contributions ($p > 0.05$). The anaerobic lactic pathway contribution was higher in male than in female swimmers ($p < 0.05$). The $\dot{V}O_{2max}$ and C were higher in swimmers who were less affected by physical impairment. The energy contribution of the aerobic pathways was similar for males and females.

Keywords: Swimming; Aerobic power; Energetics; Anaerobic contribution; Physiological profile.

Devido a questões de direitos autorais, apenas o resumo deste artigo está neste documento.

Capítulo 5

Kinematic, coordinative and efficiency parameters of swimmers with physical impairments at maximum aerobic power

6 Capítulo 5 – Kinematic, coordinative and efficiency parameters of swimmers with physical impairments at maximum aerobic power swimming speed

Running Title: Performance in physically impaired swimmers

Abstract

In Paralympic swimming, the biomechanical parameters related to performance are effectively developed according to the potentialities and singularities found in each athlete. However, a comprehensive approach to these parameters for swimmers with physical disabilities at the speed of maximum oxygen uptake ($v\dot{V}O_{2\max}$) is scarce. The purpose of this study was twofold: (i) to assess kinematic, coordinative and efficiency parameters measured at $v\dot{V}O_{2\max}$ in swimmers with physical impairments, and (ii) to correlate these biomechanical parameters with the time for a 200 m maximum test. Eleven swimmers with physical disabilities (seven males and four females) were assessed at $v\dot{V}O_{2\max}$ with support from the three-dimensional method (APAS system). The performance parameters analysed were: (i) kinematic – stroke rate (SR), stroke length (SL), average swimming speed (SS) and intra-cyclic velocity variation (IVV); (ii) coordinative – index of coordination (IdC) and adapted index of coordination (IdCadapt); and (iii) swimming efficiency – propelling efficiency (η_p). The overall results showed high dispersion and wide confidence intervals for the kinematic and coordinative variables. The mean and standard deviation of $v\dot{V}O_{2\max}$ and $\dot{V}O_2$ at the same intensity were, respectively, 0.90 ± 0.13 m/s and 38.26 ± 8.34 ml/kg/min. Swimmers with less impact of physical disability to develop specific swimming tasks presented higher SL, SS and η_p . The IVV was higher in swimmers with a greater impact of disability to develop specific competitive swimming tasks. In general, the catch-up inter-arm coordination model was adopted.

Keywords: adapted swimming, disability, biomechanics.

Devido a questões de direitos autorais, apenas o resumo deste artigo está neste documento.

Considerações finais

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos apresentados nesta tese fornecem um conjunto de considerações mais aprofundadas sobre os parâmetros biomecânicos e fisiológicos do desempenho de nadadores com deficiência. Os achados baseados nos estudos de revisão sistemática com e sem metanálise (*estudos i e ii*), permitiram:

- A partir de resultados da meta-análise (*estudo i*), a SS, SL e SR são maiores nos nadadores com menor comprometimento funcional encontrado (dentro das deficiências físicas - classes esportivas S1-S10 e, dentro das deficiências visuais – classes esportivas S11-S13). Entre estes parâmetros, a SR é mais valorizada do que o SL para atingir SS elevadas em nadadores com deficiências nos membros superiores, por exemplo, amputações e malformações. No entanto, mudanças a longo prazo na SS são mais dependentes do SL do que do SR para ampla maioria dos nadadores;

- A partir de resultados da revisão sistemática (*estudo i*), as maiores SS encontradas nas classes esportivas S12 e S13 em comparação com S11 em nadadores masculinos e femininos parecem ser explicadas pela maior SL (nadadores com deficiência visual em eventos competitivos de 100 m nado crawl). No entanto, esses resultados sugerem a necessidade de estudos mais aprofundados sobre a classificação do sistema funcional, a fim de melhor e mais justamente distinguir esses nadadores;

- A partir de resultados da revisão sistemática (*estudo i*), apenas um estudo foi encontrado com os parâmetros SS, SL e SR para nadadores com deficiência intelectual (classe esportiva S14). Nesse sentido, há uma grande lacuna a ser preenchida em estudos futuros.

- Com base na revisão sistemática (*estudo ii*), há grandes diferenças metodológicas nos protocolos de natação para obter resultados sobre parâmetros fisiológicos de desempenho em nadadores com deficiência física. Os estudos encontrados também demonstram grande variabilidade nos parâmetros fisiológicos referentes às classes esportivas de nadadores com deficiência física. A qualidade dos estudos foi ligeiramente menor em comparação com estudos com nadadores sem deficiência no contexto do monitoramento dos parâmetros fisiológicos. Os estudos encontrados sobre nadadores com deficiência foram realizados com nadadores de nível internacional e/ou nacional. No entanto, houve grande heterogeneidade de deficiências físicas encontradas na classificação esportiva e número reduzido de participantes em cada estudo. Não foram encontrados estudos com as demais deficiências (visual e intelectual) com parâmetros fisiológicos de desempenho.

- Ainda com base na revisão sistemática (*estudo ii*), O $\dot{V}O_2$ dos nadadores com deficiência física foi mais influenciado por deficiências nos membros superiores e inferiores do que nos membros inferiores. As maiores concentrações de lactato sanguíneo foram atingidas por nadadores com menor comprometimento físico-motor, dentre eles, nadadores com paralisia cerebral, comprometidos por espasticidade e paralisia nos membros inferiores. Os nadadores com maiores restrições físicas atingiram maiores %HRmax nas menores intensidades. Nadadores com lesão medular com dano do sistema simpático (especificamente com efeito no coração) tiveram %HRmax substancialmente mais baixos. Não foram encontrados estudos com valores de esforço percebido;

Os achados baseados nos estudos com intervenção prática (*estudos iii, iv e v*) em testes de natação contra o relógio (200 m máximos) e protocolos progressivos (Nx200 m), ambos em nado crawl e para nadadores com deficiência física, permitiram:

- definir que (*estudo iii*) o $\dot{V}O_{2peak}$, em teste de 200-m comparado ao $\dot{V}O_{2max}$ em teste de velocidade progressiva, e medidas fisiológicas complementares ($\dot{V}CO_2$, \dot{V}_E e HR) são similares, homogêneos, com dispersão aceitáveis, considerando a proporcionalidade (com exceção da HR e %HRmax) e, possuem alto nível de concordância para todas as variáveis;
- definir que (*estudo iv e v*) o $\dot{V}O_{2max}$, C a IVV, η_p em nadadores com deficiência são dependentes da classe funcional;
- definir que (*estudo iv*) a $v\dot{V}O_{2max}$, o $\dot{V}O_{2max}$, a \dot{E}_{tot} e o C foram maiores para os nadadores do sexo masculino do que feminino com deficiências físicas. A energia aeróbica foi semelhante para homens e mulheres. A principal contribuição de energia foi aeróbica para ambos os sexos, mas as contribuições anaeróbias láctica e aláctica diferiram entre nadadores masculinos e femininos;
- definir que (*estudo v*) há alta variabilidade dos parâmetros de cinemáticos, coordenativos e de eficiência propulsiva em nadadores com deficiências físicas (resultados gerais). O modelo de coordenação adotado foi captura por todos os nadadores. Nadadores com menor impacto de incapacidade física para desenvolver tarefas específicas de natação apresentaram maior SL, SS e η_p . Nadadores com maior SL, SS e η_p medidos em $v\dot{V}O_{2max}$ alcançaram tempos mais curtos no teste de contra-relógio (200-m). A variação da velocidade (IVV) foi maior nos nadadores com maior impacto da deficiência.

De certo modo, as considerações advindas dos estudos mais teóricos (revisões sistemáticas com e sem metanálise) e estudos mais práticos (com protocolos de nado contra o relógio e progressivos) são concordantes para os parâmetros biomecânicos e fisiológicos do desempenho de nadadores com deficiência física. Assim, acreditamos que os principais achados desta tese podem contribuir para uma compressão ampliada do desempenho de atletas praticantes da natação paralímpica. Contudo, os achados também demonstram que há a necessidade de levar em consideração as individualidades funcionais a fim de melhor entender o desempenho e o treinamento necessário a esses nadadores.

8 LIMITAÇÕES

As principais limitações encontradas nesta tese, por capítulo, são:

- Adaptações na escala de avaliação da qualidade dos estudos (Downs and Black Quality Assessment Checklist). Originalmente esta escala foi pensada para estudos biomédicos e utiliza palavras como tratamento e pacientes. Na presente tese com estudo sobre parâmetros biomecânicos e fisiológicos do desempenho, optamos por utilizar, respectivamente, as palavras teste e participante (capítulo *i* e *ii*);
- Possível viés no intervalo de tempo entre os estudos da metanálise, ou seja, 1992 a 2013, pois o desempenho melhora ao longo do tempo. Neste sentido, é necessário considerar que o desempenho dos nadadores ao longo dos anos mudou (capítulo *i*);
- Uso de médias para a massa corporal e idade dos grupos de participantes. Isso ocorreu quando o estudo original não apresentou valores individualizados para os casos específicos de $\dot{V}O_2$ relativos à massa corporal ($\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e porcentagem média de HRmax (capítulo *ii*);
- Heterogeneidade de funcionalidades de atletas da natação paralímpica, o que dificulta a realização de extrapolações dos resultados para todas as populações de nadadores com deficiência física. Embora esta possa ser uma limitação, dada a grande variabilidade das incapacidades e possíveis interações com características biomecânicas e fisiológicas, mais investigações podem ser realizadas com esta população para ampliar o conjunto de informações presentes até o momento (capítulo *iii*, *iv* e *v*).

Referências gerais

REFERÊNCIAS GERAIS

- Abdel-Aziz, Y., & Karara, H. (1971). *Direct linear transformation: from comparator coordinates in close range photogrammetry*. Proceedings of the symposium on close range photogrammetry, Church Falls, Illinois.
- Alexander, M. C. N. (1983). Motion in fluids *Animal mechanics* (pp. 183-233). Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Aliverti, A. (2016). The respiratory muscles during exercise. *Breathe (Sheff)*, 12(2). 165-168. doi:10.1183/20734735.008116
- Almena, A., Pérez-Tejero, T., Coterón, J., & Veiga, S. (2015). Race analysis in spanish swimmers with physical disabilities at 100 freestyle event: influence of functional classification. *Rev Entren Deport*, 29(2)
- Amann, M., & Calbet, J. A. (2008). Convective oxygen transport and fatigue. *J Appl Physiol* (1985), 104(3). 861-870. doi:10.1152/jappphysiol.01008.2007
- Astrand, P. O., & Rodahl, K. (1986). *Textbook of work physiology* New York: McGraw-Hill
- Azevedo, P., Bhammar, D. M., Babb, T. G., Bowen, T. S., Witte, K. K., Rossiter, H. B., . . . Zhao, T. (2018). Commentaries on Viewpoint: Vo₂peak is an acceptable estimate of cardiorespiratory fitness but not Vo₂max. *J Appl Physiol*, 125(1). 233-240. doi:10.1152/jappphysiol.00319.2018
- Barbosa, T. M., Bragada, J. A., Reis, V. M., Marinho, D. A., Carvalho, C., & Silva, A. J. (2010). Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: updating the state of the art. *J Sci Med Sport*, 13(2). 262-269. doi:10.1016/j.jsams.2009.01.003
- Barbosa, T. M., Fernandes, R., Keskinen, K. L., Colaco, P., Cardoso, C., Silva, J., & Vilas-Boas, J. P. (2006). Evaluation of the energy expenditure in competitive swimming strokes. [Comparative Study]. *Int J Sports Med*, 27(11). 894-899. doi:10.1055/s-2006-923776
- Barbosa, T. M., Fernandes, R. J., Keskinen, K. L., & Vilas-Boas, J. P. (2008). The influence of stroke mechanics into energy cost of elite swimmers. *Eur J Appl Physiol*, 103(2). 139-149. doi:10.1007/s00421-008-0676-z
- Barbosa, T. M., Fernandes, R. J., Morouço, P. G., & Vilas-Boas, J. P. (2008). Predicting the intra-cyclic variation of the velocity of the centre of mass from segmental velocities in butterfly stroke: a pilot study. *J Sports Sci Med*, 7(2). 201-209.
- Barbosa, T. M., Keskinen, K. L., Fernandes, R., Colaco, P., Lima, A. B., & Vilas-Boas, J. P. (2005). Energy cost and intracyclic variation of the velocity of the centre of mass in butterfly stroke. *Eur J Appl Physiol*, 93(5-6). 519-523. doi:10.1007/s00421-004-1251-x
- Barbosa, T. M., Lima, F., Portela, A., Novais, D., Machado, L., Colaço, P., . . . Vilas-Boas, J. P. (2006). Relationships between energy cost, swimming velocity and speed fluctuation in competitive swimming strokes. *Portuguese J Sports Sci*, 6(2). 192-194.
- Barbosa, T. M., Morais, J. E., Marques, M. C., Costa, M. J., & Marinho, D. A. (2015). The power output and sprinting performance of young swimmers. *J Strength Cond Res*, 29(2). 440-450. doi:10.1519/JSC.0000000000000626

- Barbosa, T. M., Morouço, P. G., Jesus, S., Feitosa, W. G., Costa, M. J., Marinho, D. A., . . . Garrido, N. D. (2013). The interaction between intra-cyclic variation of the velocity and mean swimming velocity in young competitive swimmers. *Int J Sports Med*, *34*(2). 123-130. doi:10.1055/s-0032-1312582
- Barbosa, T. M., & Vilas-Boas, J. P. (2005). Study of several efficiency concepts about human locomotion in aquatic environment. *Rev Port Cien Desp*, *5*. 337-349.
- Bellenger, C. R., Fuller, J. T., Thomson, R. L., Davison, K., Robertson, E. Y., & Buckley, J. D. (2016). Monitoring Athletic Training Status Through Autonomic Heart Rate Regulation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*, *46*(10). 1461-1486. doi:10.1007/s40279-016-0484-2
- Bentley, D. J., Phillips, G., McNaughton, L. R., & Batterham, A. M. (2002). Blood lactate and stroke parameters during front crawl in elite swimmers with disability. *J Strength Cond Res*, *16*(1). 97-102.
- Bentley, D. J., Roels, B., Hellard, P., Fauquet, C., Libicz, S., & Millet, G. P. (2005). Physiological responses during submaximal interval swimming training: effects of interval duration. *J Sci Med Sport*, *8*(4). 392-402.
- Billat, V. L., Faina, M., Sardella, F., Marini, C., Fanton, F., Lupo, S., . . . Dalmonte, A. (1996). A comparison of time to exhaustion at $\dot{V}O_2$;max in elite cyclists, kayak paddlers, swimmers and runners. *Ergonomics*, *39*(2). 267-277. doi:10.1080/00140139608964457
- Billat, V. L., Sirvent, P., Py, G., Koralsztein, J. P., & Mercier, J. (2003). The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. *Sports Med*, *33*(6). 407-426.
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. [Clinical Trial Comparative Study Randomized Controlled Trial]. *Lancet*, *1*(8476). 307-310.
- Boilens, E., Anemans, L., & Clarys, J. P. (1988). Peripheral EMG comparison between fully tethered and free front crawl swimming. In B. Ungerechts, K. Wilke & K. Reischle (Eds.), *Swimming Science V* (Vol. 3. 173-181). Champaign: Human Kinetics Publishers.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis* United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd. 69 -72.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2010). A basic introduction to fixed-effect and random-effects models for meta-analysis. *Res Synth Methods*, *1*(2). 97-111. doi:10.1002/jrsm.12
- Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales* Champaign: Human Kinetics
- Bosquet, L., Leger, L., & Legros, P. (2002). Methods to determine aerobic endurance. *Sports Med*, *32*(11). 675-700.
- Burkett, B., Payton, C., Van de Vliet, P., Jarvis, H., Daly, D., Mehrkuehler, C., . . . Hogarth, L. (2018). Performance characteristics of para swimmers: how effective is the swimming classification system? *Phys Med Rehabil Clin N Am*, *29*(2). 333-346. doi:10.1016/j.pmr.2018.01.011
- Burnley, M., & Jones, A. M. (2018). Power–duration relationship: Physiology, fatigue, and the limits of human performance. *Eur J Sport Sci*, *18*(1). 1-12. doi:10.1080/17461391.2016.1249524

- Capelli, C., Pendergast, D., & Termin, B. (1998). Energetics of swimming at maximal speeds in humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 78(5). 385-395.
- Capelli, C., Zamparo, P., Cigalotto, A., Francescato, M. P., Soule, R. G., Termin, B., . . . Di Prampero, P. E. (1995). Bioenergetics and biomechanics of front crawl swimming. *J Appl Physiol*, 78(2). 674-679.
- Chatard, J. C., Lavoie, J. M., & Lacour, J. R. (1990). Analysis of determinants of swimming economy in front crawl. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 61(1-2). 88-92.
- Chatard, J. C., Lavoie, J. M., & Lacour, J. R. (1991). Energy cost of front-crawl swimming in women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 63(1). 12-16.
- Chatard, J. C., Lavoie, J. M., Ottoz, H., Randaxhe, P., Cazorla, G., & Lacour, J. R. (1992). Physiological aspects of swimming performance for persons with disabilities. *Med Sci Sports Exerc*, 24(11). 1276-1282.
- Chollet, D., Chalies, S., & Chatard, J. C. (2000). A new index of coordination for the crawl: description and usefulness. *Int J Sports Med*, 21(1). 54-59. doi:10.1055/s-2000-8855
- Conger, S. A., & Bassett, D. R. (2011). A compendium of energy costs of physical activities for individuals who use manual wheelchairs. *Adapt Phys Activ Q*, 28(4). 310-325.
- Cooper, D. M., Weiler-Ravell, D., Whipp, B. J., & Wasserman, K. (1984). Growth-related changes in oxygen uptake and heart rate during progressive exercise in children. *Pediatr Res*, 18(9). 845-851. doi:10.1203/00006450-198409000-00008
- Costa, M. J., Balasekaran, G., Vilas-Boas, J. P., & Barbosa, T. M. (2015). Physiological adaptations to training in competitive swimming: a systematic review. *J Hum Kinet*, 49. 179-194. doi:10.1515/hukin-2015-0120
- Costa, M. J., Bragada, J. A., Marinho, D. A., Silva, A. J., & Barbosa, T. M. (2012). Longitudinal interventions in elite swimming: a systematic review based on energetics, biomechanics, and performance. *J Strength Cond Res*, 26(7). 2006-2016. doi:10.1519/JSC.0b013e318257807f
- Craig, A. B., Jr., & Pendergast, D. R. (1979). Relationships of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. *Med Sci Sports*, 11(3). 278-283.
- Craig, A. B., Jr., Skehan, P. L., Pawelczyk, J. A., & Boomer, W. L. (1985). Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. *Med Sci Sports Exerc*, 17(6). 625-634.
- Daly, D., Djobova, S. K., Malone, L. A., Vanlandewijck, Y., & Steadward, R. D. (2003). Swimming speed patterns and stroking variables in the paralympic 100 m freestyle. *Adapt Phys Activ Q*, 20(3). 260-278. doi:org/10.1123/apaq.20.3.260
- Daly, D., Einarsson, I., Van de Vliet, P., Vanlandewijck, Y., & U Leuven, K. (2006). Freestyle race success in swimmers with intellectual disability. *Portuguese Journal of Sports Sciences*, 6. 294-296.
- Daly, D., Malone, L. A., Burkett, B., Gabrys, T., & Satkunskiene, D. (2009). Is sight the main deterrent to race performance in visually impaired competitive swimmers? *Phys Educ Sport* (Vol. 7. 1-15): FACTA UNIVERSITATIS.
- Daly, D., Malone, L. A., Vanlandewijck, Y., & Steadward, R. D. (1999a). *Analysis of the men's 100M freestyle at the 1996 Atlanta Paralympic Games*. Biomechanics and medicine in swimming VIII. Proceedings of the VIII International Symposium on Biomechanics and

Medicine in Swimming, University of Jyväskylä, Finland, Department of Biology of Physical Activity.

- Daly, D., Malone, L. A., Vanlandewijck, Y., & Steadward, R. D. (1999b, June 30-July 6, 1999). *Comparison of men's and women's 100m freestyle performances at the 1996 Paralympic Games*. Scientific proceedings: ISBS '99: XVII International Symposium on Biomechanics in Sports, Edith Cowan University, Perth, Western Australia, Perth School of Biomedical and Sports Science, Edith Cowan University.
- Daly, D., & Martens, J. (2011). Competitive swimming and disabilities. In L. Seifert, D. Chollet & I. Mujika (Eds.), *World Book of Swimming: From Science to Performance*. Hauppauge NY: Nova Science Publishers, Inc.
- de Jesus, K., de Jesus, K., Figueiredo, P., Vilas-Boas, J. P., Fernandes, R. J., & Machado, L. J. (2015). Reconstruction Accuracy Assessment of Surface and Underwater 3D Motion Analysis: A New Approach. *Comput Math Methods Med*, 2015, p 269264. doi:10.1155/2015/269264
- de Jesus, K., Guidetti, L., de Jesus, K., Vilas-Boas, J. P., Baldari, C., & Fernandes, R. J. (2014). Which are the best VO₂ sampling intervals to characterize low to severe swimming intensities? *Int J Sports Med*, 35(12). 1030-1036. doi:10.1055/s-0034-1368784
- de Jesus, K., Sousa, A., de Jesus, K., Ribeiro, J., Machado, L., Rodriguez, F., . . . Fernandes, R. J. (2015). The effects of intensity on VO₂ kinetics during incremental free swimming. *Appl. Physiol Nutr Metab*, 40(9). 918-923. doi:10.1139/apnm-2015-0029
- de Leva, P. (1996). Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters. *J Biomech*, 29(9). 1223-1230.
- de Souza, H., E, D. A. S. A., Ortega, L., Silva, A., Esteves, A. M., Schwingel, P. A., . . . MT, D. E. M. (2016). Incremental exercise test for the evaluation of peak oxygen consumption in paralympic swimmers. *J. Sports Med Phys Fitness*, 56(4). 368-375.
- di Prampero, P. E. (1981). Energetics of muscular exercise. *Rev Physiol Biochem Pharmacol*, 89. 143-222.
- di Prampero, P. E. (1986). The energy cost of human locomotion on land and in water. *Int J Sports Med*, 7(2). 55-72. doi:10.1055/s-2008-1025736
- di Prampero, P. E. (2003). Factors limiting maximal performance in humans. *Eur J Appl Physiol*, 90(3-4). 420-429. doi:10.1007/s00421-003-0926-z
- Di Prampero, P. E., Capelli, C., Pagliaro, P., Antonutto, G., Girardis, M., Zamparo, P., & Soule, R. G. (1993). Energetics of best performances in middle-distance running. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *J Appl Physiol*, 74(5). 2318-2324.
- di Prampero, P. E., Pendergast, D. R., Wilson, D. W., & Rennie, D. W. (1978). Blood lactic acid concentrations in high velocity swimming. In B. Eriksson & B. Furberg (Eds.), *Swimming Medicine IV* (pp. 249-261). Baltimore, Md.: University Park Press.
- DiMenna, F. J., & Jones, A. M. (2009). "Linear" versus "nonlinear" VO₂ responses to exercise: reshaping traditional beliefs. *J Exerc Sci Fit.*, 7(2). 67-84. doi:10.1016/S1728-869X(09)60009-5
- DiRocco, P., Hashimoto, A., Daskalovic, I., & Langbein, E. (1985). Cardiopulmonary responses during arm work on land and in a water environment of nonambulatory, spinal cord impaired individuals. *Paraplegia*, 23(2). 90-99. doi:10.1038/sc.1985.17

- Dixon, R. W., Jr., & Faulkner, J. A. (1971). Cardiac outputs during maximum effort running and swimming. *J Appl Physiol*, *30*(5). 653-656. doi:10.1152/jappl.1971.30.5.653
- Donovan, C. M., & Brooks, G. A. (1983). Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. *Am J Physiol*, *244*(1). E83-92. doi:10.1152/ajpendo.1983.244.1.E83
- Downs, S. H., & Black, N. (1998). The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health*, *52*(6). 377-384.
- Dummer, G. M. (1999). Classification of swimmers with psysical disabilities. *Adapt Phys Activ Q*, *16*. 216-218. doi:org/10.1123/apaq.16.3.216
- Fanciulli, A., & Wenning, G. K. (2015). Multiple-system atrophy. *N Engl J Med*, *372*(14). 1375-1376. doi:10.1056/NEJMc1501657
- Fernandes, R. J., Billat, V. L., Cruz, A. C., Colaco, P. J., Cardoso, C. S., & Vilas-Boas, J. P. (2006). Does net energy cost of swimming affect time to exhaustion at the individual's maximal oxygen consumption velocity? *J Sports Med Phys Fitness*, *46*(3). 373-380.
- Fernandes, R. J., Keskinen, K. L., Colaco, P., Querido, A. J., Machado, L. J., Morais, P. A., . . . Vilas-Boas, J. P. (2008). Time limit at VO₂max velocity in elite crawl swimmers. *Int J Sports Med*, *29*(2). 145-150. doi:10.1055/s-2007-965113
- Fernandes, R. J., Keskinen, K. L., Colaco, P., Querido, A. J., Machado, L. J., Morais, P. A., . . . Vilas Boas, J. P. (2008). Time limit at VO₂max velocity in elite crawl swimmers. *Int J Sports Med*, *29*(2). 145-150. doi:10.1055/s-2007-965113
- Ferreira, M. I., Barbosa, T. M., Costa, M. J., Neiva, H. P., & Marinho, D. A. (2016). Energetics, biomechanics, and performance in masters' swimmers: a systematic review. *J Strength Cond Res*, *30*(7). 2069-2081. doi:10.1519/JSC.0000000000001279
- Ferreira, M. I., Silva, A. J., Oliveira, D. R., Garrido, N. D., Barbosa, T. M., Marinho, D. A., & Reis, V. M. (2012). Analysis of the determinant kinematical parameters for performance in the 200-m freestyle swimming event. *Motriz: J. Phys. Ed. UNESP*, *18*(2). 366-377. doi:org/10.1590/S1980-65742012000200017
- Figueiredo, P., Seifert, L., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2012). Individual profiles of spatio-temporal coordination in high intensity swimming. *Hum Mov Sci*, *31*(5). 1200-1212. doi:10.1016/j.humov.2012.01.006
- Figueiredo, P., Toussaint, H. M., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2013). Relation between efficiency and energy cost with coordination in aquatic locomotion. *Eur J Appl Physiol*, *113*(3). 651-659. doi:10.1007/s00421-012-2468-8
- Figueiredo, P., Vilas-Boas, J. P., Maia, J., Goncalves, P., & Fernandes, R. J. (2009). Does the hip reflect the centre of mass swimming kinematics? [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Int J Sports Med*, *30*(11). 779-781. doi:10.1055/s-0029-1234059
- Figueiredo, P., Willig, R., Alves, F., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2014). Biophysical characterization of a swimmer with a unilateral arm amputation: a case study. *Int J Sports Physiol Perform*, *9*(6). 1050-1053. doi:10.1123/ijsp.2013-0438
- Figueiredo, P., Zamparo, P., Sousa, A., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2011). An energy balance of the 200 m front crawl race. *Eur J Appl Physiol*, *111*(5). 767-777. doi:10.1007/s00421-010-1696-z
- Filipatou, E., Toubekis, A., Douda, H., Pilianidis, T., & Tokmakidis, S. (2006). Lactate and heart rate responses during swimming at 95 % and 100 % of the critical velocity in

- children and young swimmers *Biomechanics and Medicine in Swimming X*, 6(Suppl2). 132-134.
- Fox, R. W., & McDonald, A. T. (1992). Fluid machines. In J. Wiley (Ed.), *Introduction to fluid mechanics* (pp. 544-625). New York.
- Fulton, S. K., Pyne, D., Hopkins, W., & Burkett, B. (2009). Variability and progression in competitive performance of Paralympic swimmers. *J Sports Sci*, 27(5). 535-539. doi:10.1080/02640410802641418
- Garatachea, N., Abadia, O., Garcia-Isla, F. J., Sarasa, F. J., Bresciani, G., Gonzalez-Gallego, J., & De Paz, J. A. (2006). Determination and validity of critical swimming velocity in elite physically disabled swimmers. *Disabil Rehabil*, 28(24). 1551-1556. doi:10.1080/09638280600646318
- Gonjo, T., McCabe, C., Sousa, A., Ribeiro, J., Fernandes, R. J., Vilas-Boas, J. P., & Sanders, R. (2018). Differences in kinematics and energy cost between front crawl and backstroke below the anaerobic threshold. *Eur J Appl Physiol*, 118(6). 1107-1118. doi:10.1007/s00421-018-3841-z
- Gourgoulis, V., Boli, A., Aggeloussis, N., Toubekis, A., Antoniou, P., Kasimatis, P., . . . Mavromatis, G. (2014). The effect of leg kick on sprint front crawl swimming. *J Sports Sci*, 32(3). 278-289. doi:10.1080/02640414.2013.823224
- Grant, S., Craig, I., Wilson, J., & Aitchison, T. (1997). The relationship between 3 km running performance and selected physiological variables. *J Sports Sci*, 15(4). 403-410. doi:10.1080/026404197367191
- Guidetti, L., Meucci, M., Bolletta, F., Emerenziani, G. P., Gallotta, M. C., & Baldari, C. (2018). Validity, reliability and minimum detectable change of COSMED K5 portable gas exchange system in breath-by-breath mode. *PLoS One*, 13(12), p e0209925. doi:10.1371/journal.pone.0209925
- Hale, T. (2008). History of developments in sport and exercise physiology: A. V. Hill, maximal oxygen uptake, and oxygen debt. *J Sports Sci*, 26(4). 365-400. doi:10.1080/02640410701701016
- Hay, J. G., & Guimarães, A. C. S. (1983). A quantitative look at swimming biomechanics. *Swimming Technique*, 20(2). 11-17.
- Hebert-Losier, K., Supej, M., & Holmberg, H. C. (2014). Biomechanical factors influencing the performance of elite Alpine ski racers. *Sports Med*, 44(4). 519-533. doi:10.1007/s40279-013-0132-z
- Hill, A. V., & Lupton, H. (1923). Muscular Exercise, Lactic Acid, and the Supply and Utilization of Oxygen. *QJM: An International Journal of Medicine*, os-16(62). 135-171. doi:10.1093/qjmed/os-16.62.135
- Hill, D. W., & Ferguson, C. S. (1999). A physiological description of critical velocity. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 79(3). 290-293. doi:10.1007/s004210050509
- Hopkins, W. G. (2002). *A scale of magnitudes for the effect statistics*. Retrieved from <http://www.sportsci.org/resource/stats/effect-mag.html>.
- Howley, E. T., Bassett, D. R., Jr., & Welch, H. G. (1995). Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med Sci Sports Exerc*, 27(9). 1292-1301.

- Hulleman, K. D., List, M., Matthes, D., Wiese, G., & Zika, D. (1975). Spiroergometric and telemetric investigations during the XXI International Stoke Mandeville Games 1972 in Heidelberg. *Paraplegia*, 13(2). 109-123. doi:10.1038/sc.1975.19
- International Blind Sports Federation: classification rules and procedures, 2016 C.F.R. (2012). *International Paralympic Committee [IPC] Explanatory guide to Paralympic classification in Paralympic summer sports*. (2015). Germany: International Paralympic Committee
- International Paralympic Committee [IPC]. World Para Swimming technical rules & regulations*. (2018). Bonn, Germany: International Paralympic Committee
- International Paralympic Committee [IPC]. World Para Swimming: classification rules and regulations*. (2017). Bonn, Germany: International Paralympic Committee
- ISAK. (2001). *International Standards for Anthropometric Assessment* (1^a ed.) Austrália: Isak. 139.
- Janssen, T. W., Dallmeijer, A. J., Veeger, D. J., & van der Woude, L. H. (2002). Normative values and determinants of physical capacity in individuals with spinal cord injury. *J Rehabil Res Dev*, 39(1). 29-39.
- Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *J Physiol*, 586(1). 35-44. doi:10.1113/jphysiol.2007.143834
- Junior, V., De Jesus, K., Zacca, R., Marques, T., Corredeira, R., Daly, D. J., & Fernandes, R. J. (2016). Caracterização fisiológica de nadadores com deficiência físico-motora. In P. Morouço, N. Batalha & R. J. Fernandes (Eds.), *Natação e Atividades Aquáticas: Pedagogia, Treino e Investigação* (pp. 183-194). ESECS/Instituto Politécnico de Leiria.
- Junior, V., Medeiros, A. I., de Jesus, K., Garrido, N., Corredeira, R., Daly, D., & Fernandes, D. (2018). Biomechanical characterization of swimmers with physical disabilities. *Motricidade*, 14(4). 103-112. doi:<https://doi.org/10.6063/motricidade.16033>
- Keskinen, K. L. (1997). Evaluation of technique performances in freestyle swimming. *Kines*, 2. 30-38.
- Keskinen, K. L., & Keskinen, O. (1999). Performance test for swimmers - a new approach utilizing pace-maker lights - a pilot study. *Gummerus Printings*. 245-248.
- Keskinen, K. L., & Komi, P. V. (1993). Intracycle variation in force, velocity and power as a measure of technique performance during front crawl swimming. In S. Bouisset, S. Métral & H. Monod (Eds.), *XIVth ISB Congress of Biomechanics* (676-667). France: International Society of Biomechanics.
- Keskinen, K. L., Rodriguez, F. A., & Keskinen, O. P. (2003). Respiratory snorkel and valve system for breath-by-breath gas analysis in swimming. *Scand. J Med Sci Sports*, 13(5). 322-329.
- Keskinen, K. L., Tilli, L. J., & Komi, P. V. (1989). Maximum velocity swimming: interrelationships of stroking characteristics, force production and anthropometric variables. *Scand J Sports Sci*, 11. 87-92.
- Koenig, J., Jarczok, M. N., Wasner, M., Hillecke, T. K., & Thayer, J. F. (2014). Heart rate variability and swimming. *Sports Med.*, 44(10). 1377-1391. doi:10.1007/s40279-014-0211-9

- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med*, 15(2). 155-163. doi:10.1016/j.jcm.2016.02.012
- Lacour, J. R., Padilla-Magunacelaya, S., Barthelemy, J. C., & Dormois, D. (1990). The energetics of middle-distance running. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 60(1). 38-43.
- Lee, C. J., Sanders, R. H., & Payton, C. J. (2014). Changes in force production and stroke parameters of trained able-bodied and unilateral arm-amputee female swimmers during a 30 s tethered front-crawl swim. *J Sports Sci*, 32(18). 1704-1711. doi:10.1080/02640414.2014.915420
- Malone, L. A., Sanders, R. H., Schiltz, J. H., & Steadward, R. D. (2001). Effects of visual impairment on stroke parameters in Paralympic swimmers. *Med Sci Sports Exerc*, 33(12). 2098-2103.
- Martin, R. B., Yeater, R. A., & White, M. K. (1981). A simple analytical model for the crawl stroke. *J Biomech*, 14(8). 539-548.
- Melanson, E. L., & Freedson, P. S. (2001). The effect of endurance training on resting heart rate variability in sedentary adult males. *Eur J Appl Physiol*, 85(5). 442-449. doi:10.1007/s004210100479
- Michaela, B., Štastný, J., Jaroslav, M., & Miroslav, J. (2016). Development of an analysis of swimming techniques using instrumentation and the development of a new measurement method at Brno University of Technology. *J Hum Sport and Exerc*, 11 (1). 146-158. .
- Millet, G. P., Chollet, D., Chabies, S., & Chatard, J. C. (2002). Coordination in front crawl in elite triathletes and elite swimmers. [Comparative Study]. *Int J Sports Med*, 23(2). 99-104. doi:10.1055/s-2002-20126
- Mills, K., Hunt, M. A., & Ferber, R. (2013). Biomechanical deviations during level walking associated with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, 65(10). 1643-1665. doi:10.1002/acr.22015
- Minetti, A. E. (1998). The biomechanics of skipping gaits: a third locomotion paradigm? *Proc Biol Sci*, 265(1402). 1227-1235. doi:10.1098/rspb.1998.0424
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *J Clin Epidemiol*, 62(10). 1006-1012. doi:10.1016/j.jclinepi.2009.06.005
- Morouço, P. G., Keskinen, K. L., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2011). Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance. *J Appl Biomech*, 27(2). 161-169.
- Morouço, P. G., Marinho, D. A., Keskinen, K. L., Badillo, J. J., & Marques, M. C. (2014). Tethered swimming can be used to evaluate force contribution for short-distance swimming performance. *J Strength Cond Res*, 28(11). 3093-3099. doi:10.1519/JSC.0000000000000509
- Morouço, P. G., Sacadura, J., Amaro, N., & Matos, R. (2010). Evaluation of age group swimmers: a in field proposal. *The Open Sports Sciences Journal*, 3. 38-40.
- Morrien, F., Taylor, M. J. D., & Hettinga, F. J. (2017). Biomechanics in Paralympics: Implications for Performance. *Int J Sports Physiol Perform*, 12(5). 578-589. doi:10.1123/ijsp.2016-0199

- Morris, K. S., Osborne, M. A., Shephard, M. E., Jenkins, D. G., & Skinner, T. L. (2017). Velocity, Oxygen Uptake, and Metabolic Cost of Pull, Kick, and Whole-Body Swimming. *Int J Sports Physiol Perform*, *12*(8). 1046-1051. doi:10.1123/ijsp.2016-0322
- Mujika, I., Orbananos, J., & Salazar, H. (2015). Physiology and training of a world-champion paratriathlete. *Int J Sports Physiol Perform*, *10*(7). 927-930. doi:10.1123/ijsp.2014-0487
- Nagle Zera, J., Nagle, E. F., Nagai, T., Lovalekar, M., Abt, J. P., & Lephart, S. M. (2018). Tethered swimming test: reliability and the association to swimming performance and land-based anaerobic performance. *J Strength Cond Res*, doi:10.1519/JSC.0000000000002501
- Narang, N., Gore, M. O., Snell, P. G., Ayers, C. R., Lorenzo, S., Carrick-Ranson, G., . . . McGuire, D. K. (2012). Accuracy of estimating resting oxygen uptake and implications for hemodynamic assessment. *Am J Cardiol*, *109*(4). 594-598. doi:10.1016/j.amjcard.2011.10.010
- Neder, J. A., Dal Corso, S., Malaguti, C., Reis, S., De Fuccio, M. B., Schmidt, H., . . . Nery, L. E. (2003). The pattern and timing of breathing during incremental exercise: a normative study. *Eur Respir J*, *21*(3). 530-538.
- Oh, Y. T., Burkett, B., Osborough, C. D., Formosa, D., & Payton, C. (2013). London 2012 paralympic swimming: passive drag and the classification system. *Br J Sports Med*, *47*(13). 838-843. doi:10.1136/bjsports-2013-092192
- Ohkuwa, T., & Itoh, H. (1992). Blood lactate, glycerol and catecholamine in arm strokes, leg kicks and whole crawl strokes. *J Sports Med Phys Fitness*, *32*(1). 32-38.
- Osborough, C. D., Daly, D., & Payton, C. (2015). Effect of swim speed on leg-to-arm coordination in unilateral arm amputee front crawl swimmers. *J Sports Sci*, *33*(14). 1523-1531. doi:10.1080/02640414.2014.996181
- Osborough, C. D., Payton, C. J., & Daly, D. (2009). Relationships between the front crawl stroke parameters of competitive unilateral arm amputee swimmers, with selected anthropometric characteristics. *J Appl Biomech*, *25*(4). 304-312.
- Osborough, C. D., Payton, C. J., & Daly, D. (2010). Influence of swimming speed on inter-arm coordination in competitive unilateral arm amputee front crawl swimmers. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Hum Mov Sci*, *29*(6). 921-931. doi:10.1016/j.humov.2010.05.009
- Ozyener, F., Rossiter, H. B., Ward, S. A., & Whipp, B. J. (2001). Influence of exercise intensity on the on- and off-transient kinetics of pulmonary oxygen uptake in humans. *J. Physiol*, *533*(Pt 3). 891-902.
- Passing, H., & Bablok. (1983). A new biometrical procedure for testing the equality of measurements from two different analytical methods. Application of linear regression procedures for method comparison studies in clinical chemistry, Part I. *J Clin Chem Clin Biochem*, *21*(11). 709-720.
- Payton, C., & Wilcox, C. (2006). Intra-cyclic speed fluctuations of uni-lateral arm amputee front crawl swimmers, *J Biomechanics and Medicine in Swimming X* (Portuguese Journal of Sport Sciences ed., Vol. 6. 73-75). Porto: Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

- Pelarigo, J. G., Fernandes, R. J., Ribeiro, J., Denadai, B. S., Greco, C. C., & Vilas-Boas, J. P. (2017). Comparison Of Different Methods For The Swimming Aerobic Capacity Evaluation. *J Strength Cond Res* doi:10.1519/JSC.0000000000001873
- Pelarigo, J. G., Machado, L., Fernandes, R. J., Greco, C. C., & Vilas-Boas, J. P. (2017). Oxygen uptake kinetics and energy system's contribution around maximal lactate steady state swimming intensity. *PLoS One*, *12*(2), p e0167263. doi:10.1371/journal.pone.0167263
- Pelayo, P., Moretto, P., Robin, H., Sidney, M., Gerbeaux, M., Latour, M. G., & Marc-Lavoie, J. (1995). Adaptation of maximal aerobic and anaerobic tests for disabled swimmers. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, *71*(6). 512-517.
- Pelayo, P., Sidney, M., Moretto, P., Wille, F., & Chollet, D. (1999). Stroking parameters in top level swimmers with a disability. *Med Sci Sports Exerc*, *31*(12). 1839-1843.
- Pendergast, C., Capelli, A. B., Craig Jr., P. E., di Prampero, A. E., Minetti, J., Mollendorf, A., . . . Zamparo, P. (2006). Biophysics in swimming. *Rev Port Cien Desp*, *6*(2). 185-197.
- Pettitt, R. W., & Jamnick, N. A. (2017). Commentary on "Measurement of the maximum oxygen uptake Vo₂max: Vo₂peak is no longer acceptable". *J. Appl Physiol (1985)*, *123*(3), p 696. doi:10.1152/jappphysiol.00338.2017
- Pfeiffer, K. A., Pivarnik, J. M., Womack, C. J., Reeves, M. J., & Malina, R. M. (2002). Reliability and validity of the Borg and OMNI rating of perceived exertion scales in adolescent girls. *Med Sci Sports Exerc*, *34*(12). 2057-2061. doi:10.1249/01.MSS.0000039302.54267.BF
- Pluim, B. M., Zwinderman, A. H., van der Laarse, A., & van der Wall, E. E. (2000). The athlete's heart. A meta-analysis of cardiac structure and function. *Circulation*, *101*(3). 336-344.
- Poole, D. C., & Jones, A. M. (2017). Measurement of the maximum oxygen uptake Vo₂max: Vo₂peak is no longer acceptable. *J. Appl Physiol (1985)*, *122*(4). 997-1002. doi:10.1152/jappphysiol.01063.2016
- Portney, L. G., & Watkins, M. P. (2000). *Foundations of clinical research: applications to practice* New Jersey: Prentice Hall
- Prins, J., & Murata, N. (2008). Kinematic analysis of swimmers with permanent physical disabilities. *Int J Aquat Res Educ*, *2*(4). 330-345.
- Psycharakis, S. G. (2011). A longitudinal analysis on the validity and reliability of ratings of perceived exertion for elite swimmers. *J. Strength Cond Res*, *25*(2). 420-426. doi:10.1519/JSC.0b013e3181bff58c
- Psycharakis, S. G., Naemi, R., Connaboy, C., McCabe, C., & Sanders, R. H. (2010). Three-dimensional analysis of intracycle velocity fluctuations in frontcrawl swimming. *Scand. J Med Sci Sports*, *20*(1). 128-135. doi:10.1111/j.1600-0838.2009.00891.x
- Psycharakis, S. G., Paradisis, G. P., & Zacharogiannis, E. (2011). Assessment of accuracy, reliability and force measurement errors for a tethered swimming apparatus. *Int. J. Anal. Spor*, *11*. 411-416.
- Psycharakis, S. G., & Sanders, R. H. (2009). Validity of the use of a fixed point for intracycle velocity calculations in swimming. *J Sci Med Sport*(12). 262-265.
- Reis, J. F., Alves, F. B., Bruno, P. M., Vleck, V., & Millet, G. P. (2012a). Effects of aerobic fitness on oxygen uptake kinetics in heavy intensity swimming. *Eur J Appl Physiol*, *112*(5). 1689-1697. doi:10.1007/s00421-011-2126-6

- Reis, J. F., Alves, F. B., Bruno, P. M., Vleck, V., & Millet, G. P. (2012b). Oxygen uptake kinetics and middle distance swimming performance. *J Sci Med Sport*, *15*(1). 58-63. doi:10.1016/j.jsams.2011.05.012
- Ribeiro, J., Figueiredo, P., Guidetti, L., Alves, F., Toussaint, H., Vilas-Boas, J. P., . . . Fernandes, R. J. (2016). AquaTrainer(R) Snorkel does not Increase Hydrodynamic Drag but Influences Turning Time. *Int J Sports Med*, *37*(4). 324-328. doi:10.1055/s-0035-1555859
- Ribeiro, J., Figueiredo, P., Sousa, A., Monteiro, J., Pelarigo, J., Vilas-Boas, J. P., . . . Fernandes, R. F. (2015). VO₂ kinetics and metabolic contributions during full and upper body extreme swimming intensity. *Eur J Appl Physiol*, *115*(5). 1117-1124. doi:10.1007/s00421-014-3093-5
- Ribeiro, J., Toubekis, A. G., Figueiredo, P., de Jesus, K., Toussaint, H. M., Alves, F., . . . Fernandes, R. J. (2016). Biophysical Determinants of Front Crawl Swimming at Moderate and Severe Intensities. *Int J Sports Physiol Perform* doi:10.1123/ijsp.2015-0766
- Ribeiro, J., Toubekis, A. G., Figueiredo, P., de Jesus, K., Toussaint, H. M., Alves, F., . . . Fernandes, R. J. (2017). Biophysical Determinants of Front-Crawl Swimming at Moderate and Severe Intensities. *Int J Sports Physiol Perform*, *12*(2). 241-246. doi:10.1123/ijsp.2015-0766
- Ribeiro, L. F., Lima, M. C., & Gobatto, C. A. (2010). Changes in physiological and stroking parameters during interval swims at the slope of the d-t relationship. *J Sci Med Sport*, *13*(1). 141-145. doi:10.1016/j.jsams.2008.10.001
- Rizzato, A., Marcolin, G., Rubini, A., Olivato, N., Fava, S., Paoli, A., & Bosco, G. (2017). Critical velocity in swimmers of different ages. *J Sports Med Phys Fitness* doi:10.23736/S0022-4707.17.07570-3
- Rodrigues Junior, V., De Jesus, K., Corredeira, R., Daly, D. J., & Fernandes, R. J. (2016). Physiological characterization of swimmers with physical disabilities. In P. P. Mourouço, N. Batalha & R. J. Fernandes (Eds.), *Natação e Atividades Aquáticas: Pedagogia, Treino e Investigação* (pp. 183-194). Instituto Politécnico de Leiria.
- Rosser-Stanford, B., Backx, K., Lord, R., & Williams, E. M. (2018). Static and Dynamic Lung Volumes in Swimmers and Their Ventilatory Response to Maximal Exercise. *Lung* doi:10.1007/s00408-018-0175-x
- Roy, J. L., Menear, K. S., Schmid, M. M., Hunter, G. R., & Malone, L. A. (2006). Physiological responses of skilled players during a competitive wheelchair tennis match. *J Strength Cond Res*, *20*(3). 665-671.
- Saltin, B., Radegran, G., Koskolou, M. D., & Roach, R. C. (1998). Skeletal muscle blood flow in humans and its regulation during exercise. *Acta Physiol. Scand*, *162*(3). 421-436. doi:10.1046/j.1365-201X.1998.0293e.x
- Sampedro, S. S., Flores, A. A., & Tejero, J. P. (2016). Performance evolution in paralympic swimmers with physical disabilities: from Beijing 2008 to London 2012. *Ed. Físic. Deportes*, *124*. 41-48.
- Sanders, R. H., Chiu, C. Y., Gonjo, T., Thow, J., Oliveira, N., Psycharakis, S. G., . . . McCabe, C. B. (2015). Reliability of the elliptical zone method of estimating body segment parameters of swimmers. *J Sports Sci Med*, *14*(1). 215-224.

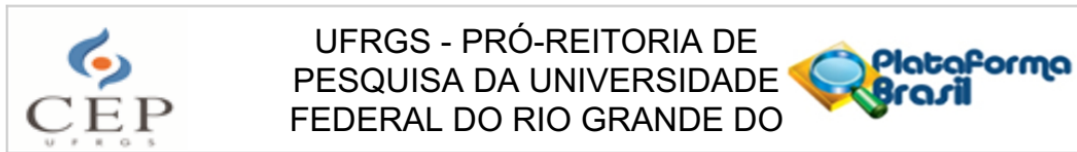
- Santos, T. M., Rodrigues, A. I., Greco, C. C., Marques, A. L., Terra, B. S., & Oliveira, B. R. R. (2012). Estimated VO₂max and its corresponding velocity predict performance of amateur runners. [Athletic performance; Running; Physical fitness]. *2012*, *14*(2), p 10. doi:10.5007/1980-0037.2012v14n2p192
- Satkunskiene, D., Schega, L., Kunze, K., Birzinyte, K., & Daly, D. (2005). Coordination in arm movements during crawl stroke in elite swimmers with a loco-motor disability. *Hum Mov Sci*, *24*(1). 54-65. doi:10.1016/j.humov.2005.04.001
- Schnitzler, C., Seifert, L., Ernwein, V., & Chollet, D. (2008). Arm coordination adaptations assessment in swimming. [Comparative Study]. *Int J Sports Med*, *29*(6). 480-486. doi:10.1055/s-2007-989235
- Secher, N. H., & Volianitis, S. (2006). Are the arms and legs in competition for cardiac output? *Med Sci Sports Exerc*, *38*(10). 1797-1803. doi:10.1249/01.mss.0000230343.64000.ac
- Seidel, W., Klarowicz, A., Rejman, M., & Szczepan, S. (2016). An evaluation of the usefulness of stroke index values in the swimming training of people with disabilities. *Pol J Sport & Tourism*, *23*(3). 140-144.
- Seifert, L., Leblanc, H., Herault, R., Komar, J., Button, C., & Chollet, D. (2011). Inter-individual variability in the upper-lower limb breaststroke coordination. *Hum Mov Sci*, *30*(3). 550-565. doi:10.1016/j.humov.2010.12.003
- Silva, A. J., Rouboa, A., Moreira, A., Reis, V. M., Alves, F., Vilas-Boas, J. P., & Marinho, D. A. (2008). Analysis of drafting effects in swimming using computational fluid dynamics. *J. Sports Sci Med*, *7*(1). 60-66.
- Sjodin, B., & Jacobs, I. (1981). Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *Int J Sports Med*, *2*(1). 23-26. doi:10.1055/s-2008-1034579
- Sousa, A., Corredeira, R., & Pereira, A. L. (2013). Paralympic sports in Portugal: from its genesis to present. *Rev. port. ciênc. desporto*, *13*(1). 93-112.
- Sousa, A., Figueiredo, P., Keskinen, K. L., Rodriguez, F. A., Machado, L., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2011). VO₂ off transient kinetics in extreme intensity swimming. *J. Sports Sci Med*, *10*(3). 546-552.
- Sousa, A., Figueiredo, P., Oliveira, N., Oliveira, J., Keskinen, K. L., & Vilas-Boas, J. P. (2010). Comparasion between VO₂peak and VO₂max at different time intervals. *Open Sports Sci J*, *3*. 22-24. doi:10.2174/1875399X01003010022
- Sousa, A., Figueiredo, P., Oliveira, N. L., Oliveira, J., Silva, A. J., Keskinen, K. L., . . . Fernandes, R. J. (2011). VO₂ kinetics in 200-m race-pace front crawl swimming. *Int J Sports Med*, *32*(10). 765-770. doi:10.1055/s-0031-1279772
- Sousa, A., Figueiredo, P., Zamparo, P., Pyne, D. B., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2015). Exercise modality effect on bioenergetical performance at VO₂max intensity. *Med Sci Sports Exerc*, *47*(8). 1705-1713. doi:10.1249/MSS.0000000000000580
- Sousa, A., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2014). VO₂ kinetics and metabolic contributions whilst swimming at 95, 100, and 105% of the velocity at VO₂max. *Biomed Res Int*, *2014*, p 675363. doi:10.1155/2014/675363
- Souto, E. C., Oliveira, L. S., & Santos Filho, C. S. (2016). The impact of visual impairment on the performance of national and international 50-meter freestyle swimmers. *Rev. Bras. Ciên. Saúde*, *20*(1). 15-20. doi:10.4034/RBCS.2016.20.01.03

- Staff, P. O. (2018). Correction: Peak oxygen uptake in Paralympic sitting sports: A systematic literature review, meta- and pooled-data analysis. *PLoS One*, *13*(7), p e0200326. doi:10.1371/journal.pone.0200326
- Taylor, H. L., Buskirk, E., & Henschel, A. (1955). Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. *J Appl Physiol*, *8*(1). 73-80. doi:10.1152/jappl.1955.8.1.73
- Thevelein, X., Daly, D., & Persyn, U. (1984). Measurement of total energy use in the evaluation of competitive swimmers. In Bachl N, Prakup L & e. Suckert R (Eds.), (668–676). Wien: Urban & Schawarzeneg: Current topics in sports medicine.
- Toubekis, A. G., & Tokmakidis, S. P. (2013). Metabolic responses at various intensities relative to critical swimming velocity. *J Strength Cond Res*, *27*(6). 1731-1741. doi:10.1519/JSC.0b013e31828dde1e
- Toussaint, H. M., & Beek, P. J. (1992). Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports Med*, *13*(1). 8-24.
- Toussaint, H. M., & Hollander, A. P. (1994). Energetics of competitive swimming. Implications for training programmes. *Sports Med*, *18*(6). 384-405.
- Town, G. P., & Bradley, S. S. (1991). Maximal metabolic responses of deep and shallow water running in trained runners. *Med Sci Sports Exerc*, *23*(2). 238-241.
- Troup, J. (1991). Aerobic characteristics of the four competitive strokes. In T. J. (Ed.), (pp. 3-7). US Swimming Press, Colorado Spring: International Center for Aquatic Research Annual. Studies by the International Center for Aquatic Research 1990 – 1991.
- Tsutsumi, O., Cruz, V. S., Chiarello, B., Belasco Junior, D., & Alouche, S. R. (2004). Os Benefícios da Natação Adaptada em Indivíduos com Lesões Neurológicas. *Rev Neurociências*, *12*(2)
- Tweedy, S. M., & Vanlandewijck, Y. C. (2011). International Paralympic Committee position stand--background and scientific principles of classification in Paralympic sport. *Br J Sports Med*, *45*(4). 259-269. doi:10.1136/bjism.2009.065060
- Van Tilborgh, L., Daly, D., Vervaecke, H., & Persyn, U. (1984). The evaluation of some crawl performance determinant factors in women competitive swimmers. In R. H. In J. Borms, A. Sand, C. Suzzanne, & M. Hebbelinck (Ed.), *Human growth and development* (pp. 666–676). New York: Plenum Press.
- Viechtbauer, W. (2010). Conducting meta-analyses in R with the metafor package. *J Stat Softw*, *36*(3)doi:10.18637/jss.v036.i03
- Vilas-Boas, J. P., Barbosa, T. M., & Fernandes, R. J. (2010). Speed fluctuation, swimming economy, performance and training in swimming In L. Seifert, D. Chollet & I. Mujika (Eds.), *World Book of Swimming: From Science to Performance* (119 – 134). New York: Nova Science Publishers.
- Vrabel, M. (2015). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses. *Oncol Nurs Forum*, *42*(5). 552-554. doi:10.1188/15.ONF.552-554
- Wallace, B. C., Schmid, C. H., Lau, J., & Trikalinos, T. A. (2009). Meta-analyst: software for meta-analysis of binary, continuous and diagnostic data. *BMC Med Res Methodol*, *9*, p 80. doi:10.1186/1471-2288-9-80

- West, C. R., Gee, C. M., Voss, C., Hubli, M., Currie, K. D., Schmid, J., & Krassioukov, A. V. (2015). Cardiovascular control, autonomic function, and elite endurance performance in spinal cord injury. *Scand J Med Sci Sports*, 25(4). 476-485. doi:10.1111/sms.12308
- Whipp, B. J. (1994). The bioenergetic and gas exchange basis of exercise testing. *Clin Chest Med*, 15(2). 173-192.
- Whipp, B. J., Ward, S. A., & Rossiter, H. B. (2005). Pulmonary O₂ uptake during exercise: conflating muscular and cardiovascular responses. *Med Sci Sports Exerc*, 37(9). 1574-1585.
- Willig, R. M., Figueiredo, P., Ribeiro, J., Tribuzi, S., Alves, F., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2012). Biomechanical characterization of the 50m freestyle race of an upper limb physically disabled female swimmer. *RPCD*, 12(3). 98-109.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). *Physiology of Sport and Exercise* (3rd ed.) Champaign, IL: Human Kinetics
- Winter, D. (1990). *Biomechanic and motor control of human movement* Hoboken, New Jersey: John Wiley
- World Para Swimming: technical rules & regulations (2018).
- Yeater, R. A., Martin, R. B., White, M. K., & Gilson, K. H. (1981). Tethered swimming forces in the crawl, breast and back strokes and their relationship to competitive performance. *J Biomech*, 14(8). 527-537.
- Zacca, R., Azevedo, R., Silveira, R. P., Vilas-Boas, J. P., Pyne, D. B., de, S. C. F. A., & Fernandes, R. J. (2017). Comparison of incremental intermittent and time trial testing in age-group swimmers. *J. Strength Cond Res* doi:10.1519/JSC.0000000000002087
- Zamparo, P. (2006). Effects of age and gender on the propelling efficiency of the arm stroke. [Comment Comparative Study Controlled Clinical Trial]. *Eur J Appl Physiol*, 97(1). 52-58. doi:10.1007/s00421-006-0133-9
- Zamparo, P., Antonutto, G., Capelli, C., Francescato, M. P., Girardis, M., Sangoi, R., . . . Pendergast, D. R. (1996). Effects of body size, body density, gender and growth on underwater torque. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Scand J Med Sci Sports*, 6(5). 273-280.
- Zamparo, P., Bonifazi, M., Faina, M., Milan, A., Sardella, F., Schena, F., & Capelli, C. (2005). Energy cost of swimming of elite long-distance swimmers. *Eur J Appl Physiol*, 94(5-6). 697-704. doi:10.1007/s00421-005-1337-0
- Zamparo, P., Capelli, C., Cautero, M., & Di Nino, A. (2000). Energy cost of front-crawl swimming at supra-maximal speeds and underwater torque in young swimmers. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Eur J Appl Physiol*, 83(6). 487-491. doi:10.1007/s004210000318
- Zamparo, P., Capelli, C., & Pendergast, D. (2011). Energetics of swimming: a historical perspective. *Eur J Appl Physiol*, 111(3). 367-378. doi:10.1007/s00421-010-1433-7
- Zamparo, P., Pendergast, D. R., Termin, B., & Minetti, A. E. (2002). How fins affect the economy and efficiency of human swimming. [Research Support, U.S. Gov't, Non-P.H.S.]. *J Exp Biol*, 205(Pt 17). 2665-2676.
- Zamparo, P., Turri, E., Peterson Silveira, R., & Poli, A. (2014). The interplay between arms-only propelling efficiency, power output and speed in master swimmers. *Eur J Appl Physiol*, 114(6). 1259-1268. doi:10.1007/s00421-014-2860-7

- Zamparo, P., Vicentini, M., Scattolini, A., Rigamonti, M., & Bonifazi, M. (2012). The contribution of underwater kicking efficiency in determining "turning performance" in front crawl swimming. *J Sports Med Phys Fitness*, 52(5). 457-464.
- Zrnzevic, J. (2016). *Race analysis of swimming performances at Paralympic Games* (Master Master Thesis). University of Leuven - Faculty Kinesiology and Rehabilitations Sciences, Leuven.
- Zuo, L., Zhou, T., Malatesta, D., Lanzi, S., Millet, G. P., Pogliaghi, S., . . . van der Laarse, W. J. (2018). Commentaries on Viewpoint: Vo₂peak is an acceptable estimate of cardiorespiratory fitness but not Vo₂max. *J. Appl Physiol (1985)*, 125(3). 966-967. doi:10.1152/jappphysiol.00687.2018

ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Parâmetros de desempenho em nadadores paralímpicos

Pesquisador: Flávio Antônio de Souza Castro

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 69937717.5.0000.5347

Instituição Proponente: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.274.037

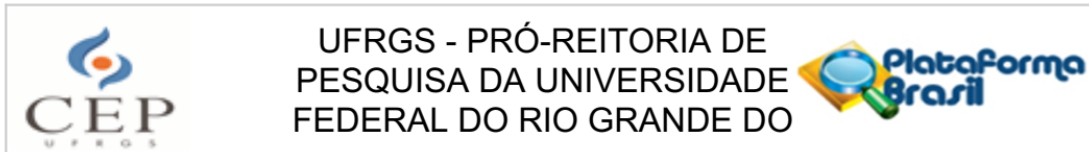
Apresentação do Projeto:

O desempenho na natação paralímpica é basicamente relacionado à capacidade de coordenar movimentos corporais complexos para maximizar a propulsão e minimizar a resistência na água. Sabe-se que diversos parâmetros biomecânicos e fisiológicos influenciam ou determinam o desempenho em natação.

A compreensão desses parâmetros pode contribuir para que atletas com deficiência físico-motora, visual ou intelectual, possam atingir velocidades cada vez maiores em provas de natação competitiva.

No caso dos nadadores com deficiência físico-motora, a oportunidade para participação do movimento paralímpico engloba pessoas com: potência muscular comprometida nos membros ou na metade inferior do corpo (p. ex. lesões da medula espinhal, espinha bífida ou poliomielite); redução permanente da distância alcançada em movimento passivo; deficiência dos membros (p. ex. amputação por doença ou acidente); diferença no comprimento das pernas; estatura baixa devido a dimensões anormais dos ossos dos membros superiores e inferiores ou do tronco (p. ex. acondroplasia ou disfunção do hormônio do crescimento); hipertonia - aumento anormal da tensão muscular e capacidade reduzida de um músculo para alongar; ataxia - falta de coordenação dos movimentos musculares devido a condição neurológica, como paralisia cerebral, lesão cerebral ou esclerose múltipla; atetose - caracterizada por movimentos com desequilíbrio e

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 2.274.037

descontrole e uma dificuldade em manter uma postura simétrica, devido a paralisia cerebral, lesão cerebral, esclerose múltipla ou outras condições.

No tocante aos nadadores cegos ou com deficiência visual, há três classes: S11 (acuidade visual muito baixa e/ou sem percepção de luz, cego), S12 (acuidade visual maior que a classe S11 e/ou um campo visual de menos de 5 graus de raio) e S13 (maior acuidade visual elegível e/ou um campo visual de menos de 20 graus de raio). Nadadores cegos possuem maior dificuldade em perceber as marcações no fundo da piscina e as limitações em cada raia, quando comparados aos nadadores com deficiência visual.

Em relação à deficiência intelectual, classe 14, há uma limitação no funcionamento intelectual, p. ex. dificuldade no reconhecimento de padrões, sequências e memória, tempo de reação maior e, no comportamento adaptativo, p. ex. dificuldade em expressar habilidades adaptativas conceituais, sociais e práticas, que se originam antes dos 18 anos de idade.

De forma específica, uma melhor compreensão dos parâmetros de desempenho em nadadores com deficiência físico-motora, visual ou intelectual poderia ser alcançada por meio de estudos que buscassem responder a seguinte pergunta guia desta pesquisa: de que forma as diferentes características funcionais presentes em nadadores com deficiências físico-motora, visuais e intelectuais influenciam nos parâmetros de desempenho biomecânicos e fisiológicos em testes e provas de natação competitiva?

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo do projeto é analisar o desempenho de nadadores paralímpicos a partir de parâmetros fisiológicos e biomecânicos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios do projeto estão adequadamente apresentados. Os participantes terão riscos mínimo, associados ao ato de nadar à máxima intensidade possível em um teste de nado incremental (5X200 m nado livre) e ao registro da coleta de imagens dos percursos dos nados. Contudo, ressalta-se que: esta pesquisa fará uso de aquecimento prévio, o qual poderá diminuir os efeitos do protocolo executado progressivamente até a máxima intensidade; os testes serão conduzidos por profissionais habilitados a prestar os primeiros socorros e salvamento aquático, caso necessário. Além disso, os participantes desta pesquisa serão atletas de natação, acostumados a distância ainda maiores na mesma intensidade do protocolo proposto. Para além disso, haverá sigilo pelos registros dos tempos, resultados encontrados nas coletas de dados e pela utilização de gravações dos vídeos dos percursos dos nados, sendo estes utilizados apenas para fins científicos, mantendo-se a identidade de todos os participantes no anonimato. Como

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 2.274.037

benefícios direto para os participantes deste estudo, poder-se-ão fornecer os resultados pessoais e estritamente individualizados para cada participante. Estes resultados são relativos aos comportamentos de parâmetros (biomecânicos e fisiológicos), de rendimento esportivo na natação, o quais poderão contribuir para que melhorem seus próprios desempenhos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto é relevante, interessante e aborda importantes lacunas da literatura, relacionadas ao desempenho de atletas paralímpicos de natação. O projeto segue a tradição do grupo de pesquisa ao qual está vinculado, com todos os elementos que permitem a sua execução plena.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatória estão anexados ao projeto.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências. O projeto encontra-se em condições de aprovação.

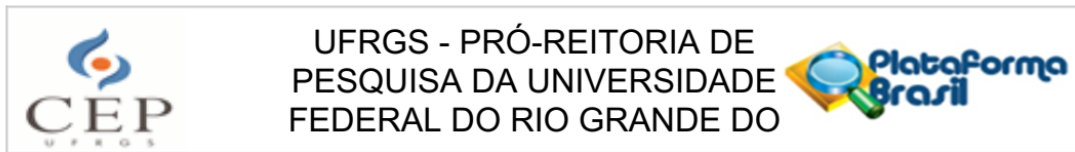
Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_944982.pdf	19/06/2017 12:45:05		Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	19/06/2017 12:44:30	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	anuencainstitutional.pdf	16/06/2017 16:00:17	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
Outros	pareceraprovacao.pdf	16/06/2017 15:57:47	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_TA.pdf	16/06/2017 15:56:30	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
Outros	cartaz.pdf	16/06/2017 15:56:01	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	parametroscompleto.pdf	16/06/2017 15:55:42	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 2.274.037

Investigador	parametroscompleto.pdf	16/06/2017 15:55:42	Flávio Antônio de Souza Castro	Aceito
--------------	------------------------	------------------------	-----------------------------------	--------

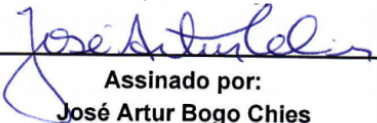
Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:


Não


PORTO ALEGRE, 14 de Setembro de 2017


 Assinado por:
José Artur Bogo Chies
 (Coordenador)

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br

ANEXO B – Declaração de anuência de realização de pesquisa no LAPEX

 **UFRGS**
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

 **LAPEX**
Laboratório de Pesquisa do Exercício
ESEF
UFRGS

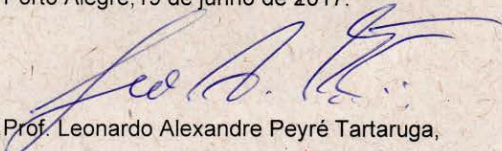
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
LABORATÓRIO DE PESQUISA DO EXERCÍCIO**

DECLARAÇÃO DE ANUÊNCIA DE REALIZAÇÃO DE PESQUISA NO LAPEX

Declaro para os devidos fins, que autorizo a realização da pesquisa intitulada "**Parâmetros de desempenho em nadadores paralímpicos**" sob a orientação do professor **FLÁVIO ANTÔNIO DE SOUZA CASTRO** no Laboratório de Pesquisa do Exercício.

Aluno: **WELLINGTON GOMES FEITOSA**

Porto Alegre, 19 de junho de 2017.


Prof. Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga,
Diretor do Laboratório de Pesquisa do Exercício.

LABORATÓRIO DE PESQUISA DO EXERCÍCIO - ESEF/UFRGS

Rua Felizardo, nº 750 - Jardim Botânico - Porto Alegre / RS
Fones: (51) 3308.5817 / 3308.5842 / 3308.5818
E-mail: receplapex@ufrgs.br / lapex@esef.ufrgs.br

ANEXO C – Termo de anuência do Centro Natatório**Termo de anuência da Instituição**

Porto Alegre, ____ de _____ de 2017.

Eu, Flávio Antônio de Souza Castro, Diretor do Centro Natatório da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID) desta Universidade, autorizo a realização da pesquisa intitulada **“Parâmetros de desempenho em nadadores paralímpicos”**, sob minha coordenação, nas dependências da ESEFID.

Flávio Antônio de Souza Castro

APÊNDICE A – Cartaz de convite para os participantes da pesquisa



Convite para participar em estudo sobre Desempenho de Nadadores Paralímpicos

O grupo de Pesquisa em Esportes Aquáticos (GPEA) convida:
Nadadores paralímpicos, com idades iguais e/ou maiores de 12 anos e iguais e/ou menores de 52 anos de idade, Competitivos.



Objetivo: verificar e relacionar variáveis biomecânicas e fisiológicas de desempenho em nadadores paralímpicos com deficiência física, visual e intelectual.

Benefício direto: Serão fornecidos os resultados pessoais e estritamente individualizados do desempenho esportivo na natação, os quais poderão contribuir para que melhorem seus próprios desempenhos.

A participação é gratuita e voluntária!

Interessados, entrar em contato por Celular/WhatsApp ou E-mail:
Wellington Feitosa - (51) 981949431
wellington.gomes.feitosa@gmail.com

Dr. Flávio Castro: souza.castro@ufrgs.br
Pesquisa desenvolvida na ESEFID da UFRGS



APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Pelo presente termo de consentimento livre e esclarecido, você está sendo convidado a participar de um estudo que tem como tema: “**Parâmetros biomecânicos e fisiológicos do desempenho de nadadores com deficiência**”. Tal pesquisa tem como objetivo verificar, comparar e relacionar variáveis biomecânicas e fisiológicas do desempenho em testes de 200-m máximos e testes incrementais (Nx200 m) de velocidade de nadadores com deficiência física.

Inicialmente você passará pelos seguintes procedimentos: familiarização com uso de esnórquel para a natação até que possam se sentir confortáveis; registro de imagens frontais e laterais por câmeras; medições antropométricas da massa corporal, estatura e tamanho dos membros superiores. Em seguida, será realizado um aquecimento de 600 m, sendo 200 m livres, 200 m com uso de esnórquel para natação, 200 m com o esnórquel do *Aquatainer* para analisar o consumo de oxigênio. Logo após o aquecimento, serão realizados dois testes em dias distintos: (i) 200 m nado crawl e (ii) teste de 5 x 200 m nado crawl, com velocidades que serão aumentadas em $0,05 \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$ a cada 200 m e intervalo de 30 segundos, onde terão que falar qual foi a percepção subjetiva de esforço através de uma tabela de BORG. Será captado o consumo de oxigênio por um analisador de gases portátil, e em simultâneo, captadas imagens dos percursos nadados por câmeras em cima e em baixo da água durante cada 200 m.

Os nadadores serão orientados a não executarem atividades físicas extenuantes 24 horas antes dos testes e a não consumirem alimentos nas duas horas antes à realização dos testes.

Os riscos em participar desta pesquisa estão envolvidos com o preenchimento do questionário, registro de fotos e imagens de vídeo, coleta de dados antropométricos e teste nado com velocidades máximas e velocidades que vão aumentando até o máximo, o que pode deixar algumas dores relativas ao esforço físico. Para tanto, tomaremos todos os cuidados necessários para que nada de mal lhe aconteça, pois possuímos grupo capacitado para a pesquisa, oferecendo segurança física e moral aos participantes, buscando a todo o momento preservar a sua saúde, identidade, sendo garantida a privacidade das respostas de todos os dados coletados, pois tais dados servirão apenas suprir as necessidades científicas do estudo. E, também serão feitas familiarizações e aquecimentos prévios a fim de diminuir possíveis dores e/ou dificuldades com o teste.

Como principal benefício direto de sua participação está o *feedback* dos dados antropométricos coletados e do rendimento no teste através de um relatório contendo informações dos dados coletados biomecânicos e fisiológicos. Estas informações poderão ser úteis para entender melhor o seu rendimento em provas paralímpicas e serão fornecidas de forma individualizada.

Informamos também que todas as despesas serão custeadas pelos pesquisadores, nenhuma parte recairá sobre o participante, nem receberá gratificação ou pagamento pela participação neste estudo. O presente termo será feito em duas vias, uma ficará em sua posse e outra em posse do pesquisador. Você poderá receber esclarecimentos, tirar suas dúvidas sobre a pesquisa a qualquer momento, podendo desistir de continuar colaborando se assim o desejar, sem penalização alguma. Qualquer dúvida, por favor, entre em contato com a equipe de pesquisa: Wellington Gomes Feitosa (Fones: 51 981949431) e/ou Flávio Antônio de Souza Castro (fone: 51 33085806) e com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS: (51) 3308 3738. Toda e qualquer informação individual obtida durante a pesquisa será totalmente sigilosa.

Eu, _____, fui convidado e concordo em participar do presente estudo. Declaro que estou ciente sobre os procedimentos esclarecidos sobre a pesquisa neste termo e que recebi cópia do presente termo de consentimento.

Porto Alegre, ____ de _____ de 2017.

Assinatura do participante

Acadêmico responsável

Assinatura do pesquisador responsável
Prof. Dr.: Flávio Antônio de Souza Castro - Telefone: (51) 51 33085806