



ISSN 2318-5104 | e-ISSN 2318-5090

CADERNO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

Physical Education and Sport Journal

[v. 17 | n. 1 | p. 331-342 | 2019]

RECEBIDO: 26-06-2018

APROVADO: 08-02-2019

ARTIGO DE REVISÃO

Nado amarrado: uma revisão histórica e sua aplicabilidade

Tethered swim: a historical review and applicability

DOI: <http://dx.doi.org/10.36453/2318-5104.2019.v17.n1.p331>

Otávio Joaquim Baratto de Azevedo, Hélio Roesler, Suzana Matheus Pereira,
Caroline Ruschel, Nicolás Erwig Pulz

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

RESUMO

Introdução: o desempenho na natação pode ser influenciado por diferentes fatores, como a técnica de nado, as forças envolvidas na tarefa ou, ainda, aspectos fisiológicos e biomecânicos, dentre estes as análises das forças propulsiva (FP) e resistivas (FR) são de fundamental importância para o desenvolvimento da natação competitiva. O nado amarrado é um método largamente utilizado por técnicos pesquisadores nos últimos 50 anos, podemos atribuir isso a sua praticidade e custo reduzido quando comparado a outros métodos. **Objetivo:** elucidar a aplicabilidade do nado amarrado em nível histórico e prático. **Método:** foi realizado um levantamento bibliográfico em bases de dados cujos trabalhos utilizaram de alguma forma o nado amarrado ou que o estudaram. **Resultados:** foi observado que o nado amarrado é uma ferramenta com alta reprodutibilidade, possui boa relação com o desempenho na natação e pode ser utilizada para o acompanhamento de atletas ao longo de um programa de treino, bem como servir de potencial preditor de talentos esportivos. **Conclusão:** o nado amarrado possui lacunas quando a descrição detalhada dos métodos utilizados, contudo devido ao volume de trabalhos produzidos nas últimas décadas, podemos afirmar que este possui base sólida para ser aplicado para pesquisas e treinamento de natação.

PALAVRAS-CHAVE: Natação; Biomecânica; Nado amarrado.

ABSTRACT

Background: swimming performance can be influenced by different factors, such as swimming technique, the forces involved in the task or, also, physiological and biomechanical aspects, among which the analyzes of the propulsive (PF) and resistive (FR) forces are of fundamental importance for the development of competitive swimming. The tied swim is a method widely used by technical researchers in the last 50 years, we can attribute this to its practicality and reduced cost when compared to other methods. **Objective:** to elucidate the applicability of the tied swim in historical and practical level. **Methods:** a bibliographic survey was carried out in databases whose works somehow used the tethered swimming or studied it. **Results:** It has been observed that the tied swim is a tool with high reproducibility, has a good relationship with swimming performance and can be used to accompany athletes throughout a training program, as well as to serve as a potential predictor of sports talents. **Conclusion:** the tied swim has gaps when the detailed description of the methods used, however due to the volume of work produced in the last decades, we can affirm that it has a solid base to be applied for research and swimming training.

KEYWORDS: Swimming; Biomechanicals; Tethered Swimming.



Direitos autorais são distribuídos a partir da licença
Creative Commons
(CC BY-NC-SA - 4.0)



INTRODUÇÃO

O desempenho na natação pode ser influenciado por diferentes fatores, como a técnica de nado, as forças envolvidas na tarefa ou, ainda, aspectos fisiológicos. Dentre estes, a força exercida pelo nadador parece ser um fator preponderante para o sucesso (GIROLD et al., 2007). Geralmente, as forças que são objeto de investigação em estudos sobre a natação são as resistivas (FR), geradas pela resistência do fluido ao deslocamento de um corpo; e as propulsivas (FP), geradas principalmente pelos membros superiores e inferiores do nadador (NARITA; NAKASHIMA; TAKAGI 2017).

A análise das FR e da FP e o conhecimento a respeito de como elas interagem é de fundamental importância para o desenvolvimento e acompanhamento do treinamento na natação competitiva. Há quase um século, a mensuração das forças na natação é um dos temas de grande interesse dos estudos biomecânicos (MARINHO et al., 2011; PAYTON et al., 2002), através do emprego de diferentes métodos. O estudo mais antigo encontrado, realizado no início da década de 30 (CURETON, 1930), utilizou um dinamômetro adaptado para quantificar as forças; anos mais tarde, Alley (1952) utilizou um motor elétrico de 1 hp fixado ao nadador, que deveria vencer a força aplicada pelo motor nadando com diferentes padrões de pernada e braçada.

No decorrer dos anos surgiram novas formas de mensurar a FP e FR, como a utilização de sensores de pressão posicionados nas mãos do nadador (JASZCZAK, 2011; PEREIRA et al., 2015) ou de transdutores de força fixos na piscina, a uma determinada profundidade, nos quais o nadador apoia a palma da sua mão para realizar a braçada (BERGER; HOLLANDER; De GROOT, 1999; TOUSSAINT et al., 1990). A análise das forças também é feita através de modelagem matemática (AKIS; ORCAN, 2004; GOURGOULIS 2014) e da dinâmica computacional dos fluidos (BIXLER 2007, MARINHO 2009; SAMSON 2017). Outros pesquisadores utilizam dinamômetros, fixados em piscina de fluxo contínuo (NARITA; NAKASHIMA; TAKAGI 2017) ou, mais comumente, presos à borda da piscina e conectados ao nadador para a execução do nado estacionário, método este conhecido como nado atado ou nado amarrado (HOOPER; MACKINNON; GINN 1998; MORÉ; CARPES; CASTRO, 2007; MOROUÇO; et al, 2015b).

Dentre os métodos citados, o nado amarrado parece se destacar, possivelmente por ter um custo relativamente reduzido e ser facilmente aplicado a qualquer tipo de piscina, além de não exigir o domínio de métodos de modelagem e simulação computacional. Por isso, é um método amplamente estudado e utilizado (DOPSAJ; MATKOVIC; ZDRAVKOVIC, 2000; PESSÔA-FILHO; NASCIMENTO; DENADAI, 2008). Este método pode ser empregado em diversas finalidades, com o objetivo de fornecer informações importantes para auxiliar técnicos e atletas no planejamento de treinos e avaliações.

Baseado nestes pontos, esta revisão tem como objetivo reunir e sumarizar estudos que analisaram a FP através do nado amarrado, a fim de descrever suas principais características metodológicas e resultados. Acredita-se que a reunião dessas informações possa proporcionar a profissionais e pesquisadores da área um panorama sobre o estado da arte relacionada à temática, contribuindo para a fundamentação de uma prática sustentada por evidências científicas, e também para a identificação de tendências para investigações futuras.

MÉTODOS

Para a realização do estudo de revisão, foram utilizadas as seguintes bases de dados para a busca dos documentos pertinentes ao tema deste estudo: PubMed, Google Acadêmico, Scindirect, Scielo e Lilacs, considerando-se as seguintes palavras-chave: “biomecânica”, “natação”, “nado atado”, “nado amarrado” e “força propulsiva”, além de seus respectivos correspondentes em língua inglesa: “biomechanics”, “swimming”, “tethered swimming”, “propulsive force”.

Para inclusão de estudos nesta revisão, foram utilizados os seguintes critérios: (a) artigos completos publicados em periódicos até o mês de dezembro 2017; (b) estudos transversais, longitudinais, experimentais e/ou estudos de caso que tenham aplicado o método do nado amarrado para análise da FP e (d) Artigos em língua portuguesa e inglesa. Foram excluídos estudos de revisão de literatura, monográficas, dissertações e/ou teses.

RESULTADOS

Considerando-se os critérios descritos acima, foram incluídos nesta revisão 38 documentos. No Quadro 1 estão apresentadas as principais características dos estudos incluídos (objetivos, participantes, protocolo experimental de nado amarrado, variáveis analisadas e nado analisado). Como pode ser observado, o nado amarrado é um método de avaliação da FP com ampla aplicabilidade, e vem sendo utilizado em uma grande quantidade de estudos nos últimos 50 anos. Dentre os estudos revisados, verificou-se que os protocolos de 10 a 30 segundos de duração são os mais comuns na literatura e são coerentes com as bases da fisiologia para investigações relacionadas à potência e à aptidão anaeróbia.

Quadro 1. Caracterização dos estudos. Nas colunas: Objetivos de forma resumida; amostra: Número de participantes (M para homens e F para mulheres) e nível de performance dos nadadores; protocolo experimental: Número de séries, duração e intensidade de nado amarrado; estilo(s) analisado(s); se foi utilizado algum sistema de polias e/ou pesos livres para o estudo; características do cabo utilizado: Tipo de material, comprimento, altura de fixação e ângulo formado entre o cabo e a linha d'água). *Continua nas páginas seguintes.*

Autores (Ano)	Objetivos	Participantes	Protocolo experimental do nado	Variáveis analisadas	Nado(s) analisado(s)	Cabos	Polias e pesos livres	Altura de fixação	Comprimento do cabo	Ângulo de inclinação do cabo
Alley (1952)	Investigar FP e FR em diferentes padrões de pernadas e braçadas	1 M Nível: nadador universitário	5 x de 100 s máximo	Média dos valores obtidos na curva força x velocidade, nas 5 tentativas	Crawl	Corda (não cita o material)	Não utilizou	8 polegadas	120 pés	Não informado
Mostrand & Jongbloed (1964)	Analisar a FP nos 4 nados	19 F, 11 M Nível: nadadores em treinamento para os Jogos olímpicos	60 s + 3x20 s máximo	Médias dos valores de força obtidos e análise do perfil da curva de força	Crawl, costas, peito e borboleta	Corda de nylon não extensiva	Não utilizou	Não informado	Não informado	Não informado
Magel & Faulkner (1967)	Verificar a confiabilidade e a reprodutibilidade de um teste de VO2máx em nado amarrado e comparar com o VO2máx obtido em teste de corrida	26 M Nível: nacional e olímpico	Testes incrementais de 3 min	Máximo valor sustentado no teste incremental Parâmetros respiratórios; frequência cardíaca máxima e VO2máx.	Crawl, costas, peito e borboleta	Não menciona	Cita sistema de polias e pesos, mas não especifica	Não informado	Não informado	Não informado
Magel (1970)	Mensurar a FP em nadadores de alto nível durante um teste de 3 minutos de nado amarrado	26 M Nível: nacional e olímpico	N repetições de 3 min em teste incremental	Médias dos valores nas curvas de força	Crawl, costas, peito e borboleta	Cabo de ¼ polegada de diâmetro	Polias de baixa resistência e pesos livres	Não informado	Não informado	Não informado
Craig & Pendergast (1979)	Relacionar velocidade de nado, frequência e distância por braçada	Menciona apenas que são nadadores de alto nível: alto	Tiro de 22, m máximo semi-amarrado	Velocidade de nado	Crawl, costas, peito e borboleta	Cabo de aço de 0,25mm de diâmetro	Não utilizou	Não informado	Não informado	Não informado
Bonen et al. (1980)	Comparar o VO ₂ máx obtido por nado amarrado, nado livre e em piscina de fluxo contínuo	11 M Nível: Não menciona	Testes incrementais	Variáveis fisiológicas	Crawl	Não menciona	3 polias e pesos livres	Ao nível d'água	Não informado	0 graus
Dicker et al. (1980)	Comparar valores do VO2máx em nado amarrado com o de ergômetro de braço e nado Livre	9 nadadores, não menciona o sexo Nível: Participação em campeonatos nacionais, internacionais e olímpicas	Testes incrementais de 4 min	Variáveis fisiológicas e a carga sustentada no teste incremental	Crawl	Cabo de nylon	Polias de baixa resistência e pesos livres	Não informado	8 metros	Não informado
Yeater et al. (1981)	Analisar a FP de nado completo, perna e braço isoladamente.	18 M Nível: Participação em campeonatos nacionais e seletiva olímpica	Não mencionado	Picos e médias	Crawl, peito e costas	Cabo de aço flexível	Não utilizou	30cm a cima do nível d'água	Não informado	Não informado
Maglischo et al. (1984)	Comparar a mecânica da braçada no nado amarrado e não amarrado	4 M, 5 F Nível: Participação em campeonatos nacionais	Não mencionado	Apenas cinemática	Crawl	Cabo de nylon com 1/8 polegadas de diâmetro	Não utilizou	Não informado	Não informado	Não informado
Christensen & Smith (1987)	Relacionar a FP com a velocidade de nado	24 M15 F Nível: Membros de clubes	2x3 s máximo	Picos	Crawl	Cabo não elástico	Não utilizou	Não informado	Não informado	Não informado
Costil et al. (1987)	Descobrir um sistema e seu potencial para aplicação na melhoria da performance	2 M Nível: Não mencionado	Não mencionada.	Velocidade e cinemática	Crawl, costas, peito e borboleta	Cabo não elástico	Não utilizou	Não informado	Não informado	Não informado
Boilens et al. (1988)	Comparar atividade eletromiográfica no nado amarrado e não amarrado	13 M Nível: Tempo nos 100m livre inferior a 60s	Não mencionado	Sinal eletromiográfico	Crawl	Corda de nylon	Polias de baixa resistência e pesos livres	Não informado	8 metros	Não informado
Town & Vanness (1990)	Verificar as diferenças no lactato sanguíneo em diferentes padrões de respiração	8 M, 6 F Nível: Universitário	Testes incrementais de 3 min	Variáveis fisiológicas	Crawl	Não menciona	Polias e pesos livres	Não informado	Não informado	Não informado

Quadro 1. Conitnuação da página anterior.

Autores (Ano)	Objetivos	Participantes	Protocolo experimental do nado	Variáveis analisadas	Nado(s) analisado(s)	Cabos	Polias e pesos livres	Altura de fixação	Comprimento do cabo	Ângulo de inclinação do cabo
Mitchell & Huston (1993)	Verificar a influência de diferentes aquecimentos em variáveis fisiológicas e na FP	10 Atletas Nível: Universitários	1x até a exaustão	Médias	Crawl	Cabo de nylon	Não utilizou	20cm acima do nível d'água	Não informado	Não informado
Hooper et al. (1998)	Comparar o efeito de dois tipos de polimento	12 M 15 F Nível: Ranqueados entre os 25 melhores do estado	1x 20 braçadas	Picos	Crawl	Cabo de PVC	Uma polia de metal	Ao nível d'água	5m	0 graus
Dopsaj et al. (2000)	Relacionar a performance nos 50 m livre com a FP	9 M Nível: Utiliza velocidade de nado para categorizar os sujeitos	7x50 m semi-amarrado	Velocidade, potência e curva de força	Crawl	Não informado	Duas polias	do nível d'água	Não informado	0 graus
Rouard et al. (2001)	Desenvolver um sistema para medir a FP, velocidade e potência de nado	8 M Nível: Tempo no 50m livre	20 s máximo	Picos, médias, picos mínimos, integrais das curvas	Crawl	Cabo de Aço	Utilizou uma polia não descrita	Não informado	3m	Não informado
Papoti et al. (2003)	Padronizar um protocolo específico para determinar aptidão anaeróbia em nadadores	13 M Nível: Estadual e nacional	2x 30 s máximo	Médias e integrais das curvas	Crawl	Cabo de nylon	Não utilizou	Não informado	Não informado	Não informado
Akis & Orcan (2004)	Investigar matemática e experimentalmente a FP no Crawl e sua interação com parâmetros de braçada	1 M Nível: Não mencionada	Número indeterminado de braçadas sem intensidade definida	Picos, Média e formato das curvas	Crawl	Corda de nylon	Polias de baixa resistência e pesos livres	Não informado	8 metros	Não informado
West et al. (2005)	Determinar a influência da frequência de respiração em parâmetros fisiológicos durante teste incremental	7 M, 5 F Nível: Atletas universitários	2x submáximo incremental	Parâmetros fisiológicos	Não mencionado	Cabo de borracha	Não utilizou	Não informado	Não informado	Não informado
Kjendlie & Thorsvald (2006)	Investigar a reprodutibilidade de um protocolo de nado amarrado em diferentes momentos do dia, diferentes familiarizações e níveis de performance	16 H e 6 F Nível: universitários e 9 H e 1 F Nível: Participantes de competições	3x10 s máximos	Picos	Não mencionado	Não definido	Não utilizou	Não informado	Não informado	Não informado
Moré et al. (2007)	Verificar se existe diferença na força aplicada por braçada entre o lado da respiração e o contra-lateral e comparar a força entre as braçadas.	7 M, 3 F Nível: Participantes de competições	1x30 s máximo	Picos	Não mencionado	Cabo de aço com flexibilidade desprezível	Não utilizou	Não informado	5m	5,7 graus
Morouço et al. (2011a)	Identificar as relações entre performance e FP de acordo com as distâncias nadadas	20 M, 12 F Nível: FINA points	2x30 s máximo	Pico, pico normalizado, média, média normalizada, índice de fadiga	Crawl e opcional	Cabo de aço com flexibilidade desprezível	Não utilizou	Não informado	5m	5,7 graus
Morouço et al. (2011b)	Analisar a relação entre testes de força fora d'água, nado amarrado e performance	20 M 12 F Nível: Melhor tempo no 100mL nos últimos 2 meses	3x30 s máximo	Médias	Crawl	Cabo de aço com flexibilidade desprezível	Não utilizou	Não informado	Não informado	Ângulo pequeno
Neiva et al. (2011)	Identificar os efeitos do aquecimento na FP	10 M Nível: Participação em campeonato nacional	1x30 s máximo	Pico nos primeiros 10s, e médias	Crawl	Cabo não elástico	Não utilizou	Não informado	Não informado	Não informado

Quadro 1. Conitnuação da página anterior.

Autores (Ano)	Objetivos	Participantes	Protocolo experimental do nado	Variáveis analisadas	Nado(s) analisado(s)	Cabos	Polias e pesos livres	Altura de fixação	Comprimento do cabo	Ângulo de inclinação do cabo
Barbosa et al. (2012)	Analisar a reprodutibilidade dos parâmetros biomecânicos da curva força-tempo em um protocolo de nado amarrado	14 M Nível: Percentual do recorde mundial	1x10 s máximo	Pico, média, taxa de desenvolvimento da força, impulso	Crawl	Cabo não elástico	3 polias	Não informado	Não informado	Não informado
Barbosa et al. (2013)	Avaliar as contribuições energéticas em sprints	18 M Nível: Percentual do recorde mundial	1x2 min máximos	Picos, médias, taxa de desenvolvimento da força e impulso	Crawl	Cabo elástico	Não utilizou	Não informado	3m	Não informado
Peyrebrune et al. (2012)	Verificar se o nado amarrado pode ser utilizado para identificar assimetrias no nado Crawl	9 M 3 F Nível: Percentual do recorde mundial	1x30 s máximo + 1x até exaustão incremental	Médias	Crawl	Cabo elástico	Não utilizou	Não informado	Não informado	Não informado
Dos Santos et al. (2013)	Verificar se a força crítica e a capacidade anaeróbia estimada por nado amarrado refletem a capacidade aeróbia e anaeróbia	12 M Nível: Nacional	1x incremental até não manter a carga	Parâmetros fisiológicos	Crawl	Cabo de aço de 0,5cm de diâmetro	Não utilizou	Não informado	3,5m	5,7 graus
Papoti et al. (2013)	Comparar variáveis fisiológicas obtidas por meio do nado amarrado com outros métodos	8 M Nível: Melhor tempo no 50mL	1x30 s máximo	Pico, média e impulso	Crawl	Cabo de aço de 2,5mm de diâmetro	Não utilizou	2,5m	Não informado	Não informado
Pinna (2013)	Verificar a reprodutibilidade de um protocolo de nado amarrado em nadadores experientes	9 nadadoras amputadas classe S9 de nível nacional e 9 nadadoras não amputadas	1x30 s máximo	Pico, média dos picos, média e índice de fadiga	Crawl	Cabo de aço com flexibilidade desprezível	Não utilizou	Não informado	5m	5,7 graus
Amaro et al. (2014)	Examinar as mudanças na FP e parâmetros de braçada em nadadores amputados e não amputados	14 M, 8 F Nível: Não mencionado	1x30 s máximo	Pico	Crawl	Cabo de polipropileno não elástico com 10mm de diâmetro	Não utilizou	Não informado	Não informado	Não informado
Lee et al. (2014)	Avaliar possíveis relações entre a força isocinética, a produção de força através do nado amarrado e a performance em jovens nadadores	10 M Nível: Não mencionado	2x10 s máximos	Pico, média, impulso e taxa de desenvolvimento da força	Crawl	Cabo de aço não elástico	Não utilizou	Não informado	3,5m	Não informado
Peixe et al. (2014)	Testar a relação entre testes fora d'água, FP e performance nos 200mL	18 M Nível: Melhor tempo dos 100mL	1x30 s máximo	Pico, média dos picos e decaimento dos picos	Crawl	Cabo de aço não elástico	Não utilizou	Não informado	3,5m	Não informado
Loturco et al. (2015)	Quantificar a assimetria de membros superiores e verificar se esta afeta a performance	12 M, 11 F Nível: Melhor tempo no 100mL	1x30 s máximo	Pico e média	Crawl	Cabo não elástico	Não utilizou	Não informado	Não informado	Não informado
Morouço et al. (2015a)	Verificar a contribuição dos membros superiores e inferiores, separadamente, na FP	12 M, 11 F Nível: melhor tempo no 100mL	1x30 s máximo	Pico e média	Crawl	Cabo de aço não elástico	Não utilizou	Não informado	3,5m	Não informado
Morouço et al. (2015b)	Verificar os efeitos de pós ativação potencial na FP	5 M, 3 F Nível: nível nacional	4x10 s máximos	Pico, impulso e mínimo	Crawl	Cabo não elástico	Não utilizou	Não informado	Não informado	Não informado

Nos estudos mais recentes são exploradas variáveis como o pico e a taxa de desenvolvimento da força propulsiva e o impulso. Para obtenção dessas variáveis são necessárias ferramentas de aquisição, tratamento e análise mais sofisticados, que provavelmente não estavam disponíveis quando da realização dos estudos mais antigos. Ainda, é possível observar uma lacuna de investigações que utilizem os nados borboleta, costas e peito, e que relacionem parâmetros da FP com o desempenho em provas de fundo.

Pouquíssimos estudos informam detalhadamente o tipo e/ou a disposição dos equipamentos (pesos, sistema de polias, cabos, sensores, suportes e afins) durante as coletas de dados. Kjendlie e Thorsvald (2006) foram os únicos autores que utilizaram cabo elástico, com exceção dos que fizeram teste incremental, justificando que isso serviria para suavizar os valores obtidos. Contudo, não foram mencionados maiores detalhes sobre o material, e não foram encontrados estudos que descrevam o comportamento dos dados utilizando tubos elásticos no nado amarrado, comparados com cabos não elásticos. A seguir serão apresentadas as principais considerações sobre os estudos revisados, agrupadas de acordo com as principais temáticas de investigação identificadas.

Nado amarrado comparado com testes fora d'água

O trabalho mais antigo é o de Magel e Faulkner (1966) que desenvolveu um teste afim de verificar o VO_2 máx dos atletas via análise de gases respiratórios, esses dados foram comparados com um teste tradicional de corrida e um de nado livre, os resultados para as variáveis analisadas mostraram-se muito similares, apenas o teste de nado livre mostrou um valor para a capacidade ventilatória ligeiramente superior aos demais, provavelmente por ser a forma com que os nadadores estão mais habituados e mais bem treinados. Bonen et al. (1980) também compararam o VO_2 máx obtido através do nado amarrado com o obtido através de um cicloergometro de braço, onde obteve alta correlação, porém não tão alta quanto ao encontrado num teste de piscina de fluxo contínuo.

Loturco et al. (2015) e Morouço et al. (2011b) comparam algumas variáveis dinamométricas com exercícios tipicamente executados no treinamento de natação (salto vertical com e sem contramovimento, supino, agachamento, foram obtidas correlações moderadas ($r > 0,70$ e $p < 0,05$) entre a média da FP, pico, taxa de desenvolvimento da força e impulso com o salto vertical, salto com e sem contramovimento. Seguindo a mesma linha, Peixe et al. (2014) comparam os valores de pico da força propulsiva (FP) com algumas variáveis obtidas em um protocolo isocinético, apenas encontrou correlação moderada ($r > 0,70$ e $p < 0,05$) entre o pico de torque isocinético em rotação externa a 60 e 180 g/s com a força mínima em nado amarrado, tanto para membro dominante como não dominante.

Análise de parâmetros fisiológicos

Uma abordagem comum encontrada na literatura é de utilizar o nado amarrado para realização de testes incrementais e por sua vez analisar alguns parâmetros fisiológicos como o limiar de lactato, VO_2 máximo entre outros, uma vez que esses testes são frequentemente realizados fora do ambiente aquático (em esteiras, pistas e equipamentos especializados) e o nado amarrado oferece uma alternativa mais específica para atletas de natação. Esses testes são feitos de duas formas distintas, além dos métodos convencionais, um deles utilizando pesos livres atrelados a um sistema de polias onde o atleta inicia nadando com uma determinada carga e a cada determinado intervalo de tempo uma outra carga é adicionada até que o atleta não consiga mais sustentá-la ou que não venha a cumprir determinados critérios estabelecidos por cada autor (BONEN et al., 1980; DICKER et al., 1980; MAGEL 1970; MAGEL; FAULKNER, 1966; TOWN; MITCHELL; HUSTON, 1993; VANNESS; MARK, 1990; WEST et al., 2005), outro método é utiliza um dinamômetro e cabo elástico, assim a célula de carga informa em tempo real a carga exercida pelo elástico a medida que o nadador vai se afastando do ponto de fixação, e ao chegar na carga selecionada pelo pesquisador, o nadador mantém aquele determinado comprimento do elástico estendido de acordo com o protocolo adotado (PAPOTI et al., 2013; PAPOTI et al., 2017; PINNA et al., 2013) O método que utiliza cabos elásticos aparenta ser mais vantajoso quando comparado ao que utiliza pesos livres uma vez que se tem um controle mais preciso da carga suportada pelo nadador através do monitoramento da célula de carga e não necessita de um sistema de polias e suportes para os pesos livres.

Magel e Faulkner (1966) e Bonen et al. (1980) comparam um protocolo incremental para avaliação do VO_2 máx em nado amarrado com teste de corrida, de nado livre e em piscina de fluxo contínuo. Todas as situações onde comparam-se os testes tradicionais feitos fora d'água com algum protocolo incremental de nado amarrado foram obtidas correlações significativas. Alguns autores também utilizaram o nado amarrado como forma de detectar alterações em parâmetros fisiológicos decorrentes de alterações técnicas, Town et al. (1990) e West et al. (2005) utilizando protocolos muito similares, investigaram o efeito do controle da frequência de respiração e em ambos os estudos foram observadas alterações em alguns parâmetros ventilatórios, porém sem alterações nos valores de lactato sanguíneo.

Análise de assimetrias

O aspecto cíclico da natação ressalta a importância da busca por movimentos simétricos de membros superiores e inferiores, afim de manter uma posição ótima para a redução do arrasto e aumento da FP. Assimetrias, tanto bilaterais (esquerda e direita) quanto entre membros inferiores e superiores, em aspectos de força e flexibilidade podem limitar o desempenho reduzindo a capacidade de produção de forças propulsivas, a amplitude de movimento e aumentando o arrasto (SANDERS et al., 2011). Além disso, a grande repetição de movimentos. Dessa forma, o nado amarrado é apresentado na literatura como recurso para a análise de assimetrias de FP.

A análise da simetria de forças propulsivas foi realizada pela primeira vez por Moré, Carpes e Castro (2007), motivados por variações cinemáticas da braçada com e sem respiração. Os autores aplicaram um protocolo de 30 segundos de nado amarrado em máxima intensidade e compararam a força do lado esquerdo e direito e, também, do efeito da respiração na simetria de forças. Não foram encontradas diferenças significativas entre as médias do pico de força entre o lado que realizou a respiração e o que não realizou. Em contrapartida, em uma análise individual, dos 10 sujeitos avaliados, 8 apresentaram diferenças significativas entre a média dos picos da braçada direita comparadas com a braçada esquerda.

Ainda na busca pelo melhor entendimento das assimetrias de força na propulsão, Santos et al. (2013) analisaram a curva de força de 18 nadadores em um protocolo de máxima intensidade em 2 minutos de nado amarrado. O objetivo do estudo foi entender o comportamento da assimetria com o passar do tempo, além de buscar novas indicações da influência da respiração e nível técnico na simetria de nado. Os resultados demonstraram que os nadadores mantiveram os valores de assimetria para todas as variáveis com exceção da taxa de desenvolvimento de força, que apresentou diferenças significativas entre os braços só no final do teste. Apesar do comportamento assimétrico se manter ao longo do teste, a magnitude de todas as variáveis de força teve reduções significativas durante o passar do teste. Interessantemente, quando comparados os 9 nadadores mais rápidos com os 9 mais lentos, mostrou-se que os nadadores mais lentos apresentavam maiores valores de assimetria para pico de força e média. Já quando comparados os nadadores que realizavam respirações unilaterais e bilaterais, não foram encontradas diferenças nas variáveis de força.

Morouço et al. (2011a) aplicaram um protocolo de 30 segundos em 18 nadadores juvenis. Os autores encontraram valores assimétricos para todas as variáveis analisadas (pico, média e declive de força ao longo da repetição). Quando comparadas os picos de força, ciclo por ciclo entre os braços durante todo o estímulo, foi possível observar que a assimetria parece ser normalizada ao final da execução. Tal resultado atenta pelo fato de que ao observar somente a média dos valores durante o esforço, pode-se esconder modificações nos parâmetros de assimetria com o passar do tempo. O nado amarrado tem sido a ferramenta mais utilizada para a análise da simetria de forças no nado crawl, e a mesma se apresenta sensível a detecção de mudanças entre os braços e também com o passar do tempo dentro de um protocolo.

Relação da FP com o desempenho

Um dos principais aspectos de interesse por parte dos pesquisadores e dos treinadores, em relação ao nado amarrado, é de investigar a relação das variáveis extraídas com o nível de performance. Na década de 1980, Yeater et al. (1981) publicaram um estudo, muito citado posteriormente, onde investiga a relação dos picos e das médias nos estilos crawl, costas e peito. Foi encontrada, entre outros resultados, uma correlação ($r > 0,7$; $p < 0,05$) entre a taxa de desenvolvimento da força e velocidade de nado para provas de 100 jardas e especialmente de 500 jardas, vale destacar que neste estudo os atletas avaliados utilizaram a frequência de braçadas que normalmente utilizam em prova além de não executarem o protocolo proposto em máxima intensidade, o que pode explicar a melhor correlação da taxa de crescimento da força com a prova de 500 jardas, para isso foi usado um fone de ouvido para ditar o ritmo de braçadas pré determinado.

Christensen e Smith (1987) encontraram correlação de $r = -0,68$ para homens e $r = -0,58$ para mulheres ($p < 0,05$) entre picos de força e velocidade 25 jardas, valores inferiores aos obtidos em outros estudos similares (Loturco et al., 2015; Yeater et al., 1981) porém, nestes estudos os autores utilizam cabos na linha d'água, assim, os valores de força de um eventual chute no cabo feito pelo nadador seria compreendido como parte da força propulsiva exercida por ele. Esta informação pode estar relacionada com os baixos valores de correlação.

Em outro estudo similar, Loturco et al. (2015) encontram forte correlação entre picos e médias com performance em 100m crawl e picos de força e força média nos 50m ($r = -0,82$ e $-0,74$, $p < 0,05$, respectivamente). Peixe et al. (2014) encontraram forte correlação entre pico de força e performance nos 50m nado crawl ($r = -0,77$ e $-0,68$, $p < 0,05$) no seu método é citado Morouço et al. (2011b) que descreverem detalhadamente seus protocolos e equipamentos de coleta, é um dos poucos autores que informam o ângulo formado entre o cabo de fixação e a linha d'água, que nos seus estudos é de 5,7 graus.

Dopsaj et al. (2000) foram os únicos autores que utilizaram o método de regressão múltipla para analisar quais variáveis extraídas das curvas de força em um protocolo de nado amarrado de 20s, melhor prediziam a performance em um tiro de 50m, e encontraram como melhores preditores o impulso e a taxa de desenvolvimento do força ($F=259,76$; $p=0,000$). Com base nos estudos analisados, podemos verificar que diversas variáveis possíveis de serem verificadas via nado amarrado se correlacionam fortemente com o desempenho, em sua maioria nas provas de velocidade e de nado crawl. E mesmo com divergências nos protocolos e nas formas de fixação os resultados mostram-se similares, o que talvez para este tipo de análise esses detalhes possam ter pouca influência nos resultados, porém não quer dizer que devam ser negligenciadas uma vez que não se sabe a real influencia destas.

Reprodutibilidade

O primeiro estudo que envolveu reprodutibilidade de nado amarrado encontrado na literatura foi o de Magel e Faulkner (1966), cujo objetivo era comparar as respostas fisiológicas (VO_2 máx, frequência cardíaca, entre outras) obtidas em um teste incremental de nado amarrado com um teste de corrida e de nado livre. O protocolo incremental de nado amarrado foi executado duas vezes em dias separados, e seus resultados foram comparados entre os dias e com o teste de corrida e de nado livre. Três das oito variáveis comparadas entre o nado amarrado e a corrida foram estatisticamente semelhantes, já quando comparado com o nado livre, o nado amarrado apresentou cinco das oito, e quando comparado os dados dos dois dias, todas as variáveis mostraram-se estatisticamente semelhantes.

O segundo trabalho de reprodutibilidade, quatro décadas depois do trabalho de Magel e Faulkner (1966) foi o de Kjendlie e Thorsvald (2006). Neste estudo foi aplicado um protocolo de 3x10 segundos de nado amarrado em máxima intensidade em dois dias separados com uma semana de intervalo, em cada dia o protocolo foi executado duas vezes, a primeira as 9 horas e a outra as 16 horas. Apenas o pico de força foi utilizado como variável. A amostra foi composta de 32 nadadores, sendo 22 atletas competitivos e apenas 10 praticantes de natação que foram divididos em dois grupos: um que faria a familiarização com o protocolo de nado amarrado e outro que não faria. Os resultados apontam alta reprodutibilidade (α de Cronbach=0,99) quando comparado o mesmo horário em dias diferentes e os dois horários distintos no mesmo dia; ouve um efeito da familiarização significativo para o grupo de atletas, mas não para os praticantes. Porém, os dados deste estudo podem ser questionados devido ao uso de um tubo elástico, como apresentado no Quadro 1, que de acordo com o autor, tinha a função de suavizar a curva de força, e não se sabe quais os reais efeitos do uso de elásticos sob as variáveis dinâmométricas no nado amarrado, além de que é possível que a exposição ao cloro da piscina e o próprio uso de uma semana para outra faça com que o elástico modifique sua flexibilidade a ponto de influenciar nos dados.

Em 2012, Barbosa et al. (2012b) constataram boa e alta reprodutibilidade ($CCI>0,85$) em sete parâmetros da curva força-tempo obtidos em protocolos de nado amarrado de 10 segundos, realizados em uma mesma sessão de coleta, com intervalo de 4 minutos, visando a total regeneração do sistema ATP-Cp. Os autores também testaram o efeito de aprendizagem de um protocolo para outro, o qual não foi constatado, justificando este achado por sua amostra ser composta de atletas experientes, diferentemente do estudo de Kjendlie e Thorsvald (2006), que encontraram efeito de aprendizagem em praticantes de natação. Outro estudo de reprodutibilidade foi realizado por Amaro et al. (2014) em que foi utilizado um protocolo de 30 segundos máximos em dois dias diferentes. Os resultados apontaram alta reprodutibilidade para as variáveis de pico, média e impulso com Alphas de Cronbach de 0,970, 0,977 e 0,995 respectivamente.

Outras aplicações

Alguns autores utilizaram o nado amarrado para investigar certos aspectos do treinamento que podem interferir diretamente na performance, Mitchell e Huston (1993) investigaram o efeito de três tipos de aquecimento: sem aquecimento, de alta e baixa intensidade, em parâmetros fisiológicos e nos valores médios de FP, foi utilizado uma única serie de nado amarrado, onde o nadador era fixado em um sistema de polias e pesos livres onde ele deveria manter os pesos em suspensão o maior tempo possível, este tipo de protocolo foi o único observado, porém é similar aos demais testes incrementais ou que analisam parâmetros fisiológicos. Verificou-se que o aquecimento de alta intensidade eleva os valores de lactato sanguíneo posteriores ao nado amarrado, o restante das variáveis analisadas não foram significativamente diferentes entres os tipos de aquecimento.

Hooper et al. (1998) compararam três diferentes sistemas de polimento em função do pico de FP, não foram encontradas diferenças significativas entre os três sistemas, porém foi constatado que um período de polimento curto (uma semana) pode não ser suficiente para maximizar os benefícios de recuperação para o atleta, entretanto o autor utilizou 20 braçadas para análise, que é razoável com a proposta de analisar o pico, mas se fosse analisada outros parâmetros relevantes como médias e taxa de desenvolvimento da força seria necessário um protocolo mais extenso.

Barbosa et al. (2016) investigaram os efeitos da pós ativação potencial utilizando paraquedas e palmares nos picos, impulso e valores mínimos, o autor conclui que o impulso não sofre alteração com ou sem a pós ativação potencial, porém os picos foram reduzidos significativamente, entretanto o próprio autor sugere que esse achado pode ser devido ao número excessivo de tiros curtos com palmares e paraquedas no protocolo de pós ativação potencial e os intervalos entre esses tiros muito curtos

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do levantamento realizado foi possível verificar que o nado amarrado é um método amplamente utilizado para a análise da FP na natação, para identificação de assimetrias e também como ferramenta para avaliação de parâmetros fisiológicos. Para a avaliação desses parâmetros, o nado amarrado provê maior especificidade em relação à prática da natação, quando comparado a testes tradicionais realizados em ergômetros. Outro aspecto importante é a forte relação dos parâmetros da FP obtidos no nado amarrado com o desempenho, principalmente em provas de curta duração.

Além da vasta gama de aplicações, o nado amarrado apresenta boa reprodutibilidade. Isso, somado ao custo relativamente pequeno e à possibilidade de adaptação em diferentes piscinas, faz com que o nado amarrado seja um método bastante útil para treinadores realizarem o monitoramento e avaliação dos nadadores ao longo de um programa de treinamento e para pesquisadores investigarem o efeito de intervenções. Ainda assim, é importante ressaltar que os protocolos utilizados na literatura são heterogêneos e que, embora o método promova um certo grau de especificidade, também apresenta limitações no que diz respeito à simulação das condições reais de nado.

REFERÊNCIAS

- AKIS, T.; ORCAN, Y. Experimental and analytical investigation of the mechanics of crawl stroke swimming. **Mechanics Research Communications**, Amsterdam, v. 31, n. 2, p. 243-61, 2004.
- ALLEY, L. E. An analysis of water resistance and propulsion in swimming the crawl stroke. **Research Quarterly**, London, v. 23, n. 3, p. 253-70, 1952.
- AMARO, N.; MARINHO, D. A.; BATALHA, N.; MARQUES, M. C.; MOROUÇO, P. Reliability of tethered swimming evaluation in age group swimmers. **Journal of Human Kinetics**, Katowice, v. 41, n. 1, p. 155-62, 2014.
- BARBOSA, A. C.; ANDRADE, R. M.; MOREIRA, A.; SERRÃO, J.; ANDRIES JUNIOR, O. Reprodutibilidade da curva força-tempo do estilo "crawl" em protocolo de curta duração. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 37-45, 2012.
- BARBOSA, A. C.; BARROSO, R.; ANDRIES JUNIOR, O. Post-activation potentiation in propulsive force after specific swimming strength training. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 37, n. 4, p. 313-7, 2016.
- BARBOSA, A.C.; CASTRO, F. S.; DOPSAJ, M.; CUNHA, S. A.; ANDRIES JUNIOR, O. Acute responses of biomechanical parameters to different sizes of hand paddles in front-crawl stroke. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 31, n. 9, p. 1015-23, 2013.
- BERGER, M.A.; HOLLANDER, A.P.; DE GROOT, G. Determining propulsive force in front crawl swimming: a comparison of two methods. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 17, n. 2, p. 97-105, 1999.
- BIXLER, B.; FAIRHURST, F.; PEASE, D. The accuracy of computational fluid dynamics analysis of the passive drag of a male swimmer. **Sports Biomechanics**, London, v. 6, n. 1, p. 81-98, 2007
- BOLLENS, E.; ANNEMANS, L.; VAES, W.; CLARYS, J. P. Peripheral EMG comparison between fully tethered and free front crawl swimming. **Swimming Science**, Champaign, v. 18, n. 29, p. 173-81, 1988.
- BONEN, A.; WILSON, M.; YARKONY, A.; N. BELCASTRO. Maximal oxygen uptake during free, tethered, and flume swimming. **Journal of Applied Physiology**, Rockville, v. 48, n. 2, p. 232-5, 1980.
- CHRISTENSEN, C.L.; SMITH, G.W. Relationship of maximum sprint speed and maximal stroking force in swimming. **Journal of Swimmim Research**, Honolulu, v. 3, n. 2, p. 18-20, 1987
- COSTIL, D.L.; LEE, G.; D'ACQUISTO, L. Video-computer assisted analysis of swimming technique. **Journal of Swimmim Research**, Honolulu, v. 3, n. 2, p. 5-9, 1987

- CRAIG, A. B.; PENDERGAST D. R. Relationship of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. **Medicine and Science in Sports**, Indianapolis, v. 11, n. 3, p. 278-83, 1979
- CURETON JR., T. K. Mechanics and kinesiology of swimming. **Research Quarterly**, London, v. 1, n. 4, p. 87-121, 1930
- DICKER, S. G.; LOFTHUS, G. K.; THORNTON, N. W.; BROOKS, G. A. Respiratory and heart rate responses to tethered controlled frequency breathing swimming. **Medicine and Science in Sports**, Indianapolis, v. 12, n. 1, p. 20-23, 1980.
- DOPSAJ, M.; MATKOVIĆ, I.; ZDRAVKOVIĆ, I. The relationship between 50m-freestyle results and characteristics of tethered forces in male sprint swimmers: a new approach to tethered swimming test. **Physical Education and Sport**, Varsóvia, v. 1, n. 7, p. 15-22, 2000.
- DOS SANTOS, K. B.; PEREIRA, G.; PAPOTI, M.; BENTO, P. C. B.; RODACKI, A. Propulsive force asymmetry during tethered-swimming. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 34, n. 7, p. 606-11, 2013.
- GIROLD, S.; MAURIN, D.; DUGUÉ, B.; CHATARD, J. C. Effects of dry-land vs. resisted-and assisted-sprint exercises on Swimming sprint performances. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v. 21, n. 2, p. 599-605, 2007.
- GOURGOULIS, V.; BOLI, A.; AGGELOUSSIS, N.; ANTONIOU, P.; TOUBEKIS, A.; MAVROUMATIS, G. The influence of the hand's acceleration and the relative contribution of drag and lift forces in front crawl swimming. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 33, n. 7, 696-712, 2014.
- HOOPER, S. L.; MACKINNON, L. T.; GINN, E. M. Effects of three tapering techniques on the performance, forces and psychometric measures of competitive swimmers. **European Journal of Applied Physiology**, Rockville, v. 78, n. 3, p. 258-63, 1998.
- JASZCZAK, M. The influence of lower limb movement on upper limb movement symmetry while swimming the breaststroke. **Biology of Sport**, Warsaw, v. 28, n. 3, p. 207-11, 2011.
- KJENDLIE, P. L.; THORSVALD, K. A tethered swimming power test is highly reliable. **Portuguese Journal of Sport Sciences**, Porto, v. 6, n. S2, p. 231-3, 2006.
- LEE, C.J.; SANDERS, R. H.; PAYTON, C. J. 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. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 32, n. 18, p. 1704-11, 2014.
- LOTURCO, I.; BARBOSA, A. C.; NOCENTINI, R. K.; PEREIRA, L. A.; KOBAL, R.; KITAMURA, K.; ABAD, C. C. C.; FIGUEIREDO, P.; NAKAMURA, F. Y. A correlational analysis of tethered swimming, swim sprint performance and dry-land power assessments. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 37, n. 3, p. 211-8, 2015.
- MAGEL, J. R. Propelling force measured during tethered swimming in the four competitive swimming styles. **Research Quarterly**, London, v. 41, n. 1, p. 68-74, 1970.
- MAGEL, J. R.; FAULKNER, J. A.; Maximum oxygen uptakes of college swimmers. **Journal of Applied Physiology**, Rockville, v. 22, n. 5, p. 929-38, 1967.
- MAGLISCHO, C. W.; MAGLISCHO, E. W.; SHARP, R. L.; ZIER, D. J.; KATZ, A. Tethered and nontethered crawl swimming. **ISBS - Conference Proceeding Archives**, International Symposium in Biomechanics in Sport (1984), p. 163-76, 1984.
- MARINHO, D. A.; REIS, V. M.; ALVES, F. B.; VILAS-BOAS, J. P. Hydrodynamic drag during gliding in swimming. **Journal of Applied Biomechanics**, Katowice, v. 25, n. 6, p. 253-257, 2009
- MARINHO, D. A.; BARBOSA, T. M.; ROUBOA, A.; SILVA, A. J. The hydrodynamic study of the swimming gliding: a two- dimensional computational fluid dynamics (CFD) analysis. **Journal of Human Kinetics**, Katowice, v. 29, n. 6, p. 49-57, 2011.
- MITCHELL, J. B.; HUSTON, J. S. The effect of high-and low-intensity warm-up on the physiological responses to a standardized swim and tethered swimming performance. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 11, n. 2, p. 159-165, 1993.
- MORÉ, F. C.; CARPES, F.; CASTRO, F. Simetria das forças no nado crawl: influência da respiração. In: XII Congresso Brasileiro de Biomecânica. **Anais...** Rio Claro, UNESP, 2007. p. 518-23.
- MOROUÇO, P.; NEIVA, H.; GONZÁLEZ-BADILLO, J. J.; GARRIDO, N.; MARINHO, D. A.; MARQUES, M.

C. Associations between dry land strength and power measurements with swimming performance in elite athletes: a pilot study. **Journal of Human Kinetics**, Katowice, v. 29, Special Issue, p. 105-12, 2011b.

MOROUÇO, P.; KESKINEN, K. L.; VILAS-BOAS, J. P.; FERNANDES, R. J. Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance. **Journal of Applied Biomechanics**, Champaign, v. 27, n. 2, p. 161-9, 2011a.

MOROUÇO, P.; MARINHO, D. A.; FERNANDES, R. J.; MARQUES, M. C. Quantification of upper limb kinetic asymmetries in front crawl swimming. **Human Movement Science**, New York, v. 40, p. 185-92, 2015a.

MOROUÇO, P.; MARINHO, D. A.; IZQUIERDO, M.; NEIVA, H.; MARQUES, M. C. Relative contribution of arms and legs in 30 s fully tethered front crawl swimming. **BioMed Research International**, London, v. 2015, n. 563206, 2015b.

MOSTERD, W. L.; JONGBLOED, J. Analysis of the stroke of highly trained swimmers. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Rockville, v. 20, n. 4, p. 288-93, 1964.

NARITA, K.; NAKASHIMA, M.; TAKAGI, H. Developing a methodology for estimating the drag in front-crawl swimming at various velocities. **Journal of Biomechanics**, New York, v. 54, p. 123-8, 2017.

NEIVA, H. P.; MARQUES, M. C.; FERNANDES, R. J.; VIANA, J. L.; BARBOSA, T. M.; MARINHO, D. A. The effect of warm-up on tethered front crawl swimming forces. **Journal of Human Kinetics Special Issue**, Katowice, v. 113, Especial Issue, p. 113-9, 2011.

PAPOTI, M.; DA SILVA, A. S. R.; ARAUJO, G. G.; SANTIAGO, V.; MARTINS, L. E. B.; CUNHA, S. A.; GOBATO, C. A. Aerobic and anaerobic performances in tethered swimming. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 34, n. 8, p. 712-9, 2013.

PAPOTI, M.; MARTINS, L.; CUNHA, S.; ZAGATTO, A.; GOBATO, C. Padronização de um protocolo específico para determinação da aptidão anaeróbia de nadadores utilizando células de carga. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 3, n. 3, p. 36-42, 2003.

PEIXE, J. P.; AMARO, N.; MOROUÇO, P.; MARINHO, D.; BATALHA, N. Relação entre a força isocinética, força em situação de nado amarrado e performance em natação pura desportiva. Um estudo piloto em jovens nadadores. 2014. **Anais... XXXVII Congresso Técnico Científico da APTN**, Maia, 2014.

PEREIRA, G. S.; RUSCHEL, C.; SCHUTZ, G. R.; ROESLER, H. Propulsive force symmetry generated during butterfly swimming. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 17, n. 6, p. 704-12, 2015

PEYREBRUNE, M. C.; TOUBEKIS, A. G.; LAKOMY, H. K. A.; NEVILL, M. E. Estimating the energy contribution during single and repeated sprint swimming. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Amsterdam, v. 24, n. 2, p. 369-76, 2012.

PINNA, M.; MILIA, R.; ROBERTO, S.; MARONGIU, E.; OLLA, S.; LOI, A.; ORTU, M.; MIGLIACCIO, G. M.; TOCCO, F.; CONCU, A.; CRISAFULLI, A. Assessment of the specificity of cardiopulmonary response during tethered swimming using a new snorkel device. **The Journal of Physiological Sciences**, Jinbocho, v. 63, n. 1, p. 7-16, 2013.

ROUARD, A. H.; BAHUAUD, P.; BOYER, J. C. Force, power and velocity in loaded tethered swimming. In: XVIIIth Congress of International Society of Biomechanics. **Annals...** 2001. p. 54. Disponível em: <https://isbweb.org/images/conf/2001/Longabstracts/PDF/0900_0999/0942.pdf>. Acessado em: 18 de novembro de 2017.

SAMSON, M.; BERNARD, A.; MONNET, T.; LACOUTURE, P.; DAVID, L. Unsteady computational fluid dynamics in front crawl swimming. **Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering**, London, v. 20, n. 7, p. 783-93, 2007

SANDERS, R. H.; THOW, J.; FAIRWEATHER, M. Asymmetries in swimming : where do they come from? **Journal of Swimming Research**, Manoa, v. 18, n. 3, p. 1-6, 2011.

SANTOS, K.; PEREIRA, G.; PAPOTI, M.; BENTO, P. Propulsive force asymmetry during tethered-swimming. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 34, n. 7, p. 606-11, 2013.

TOUSSAINT, H. M.; KNOPS, W.; DE GROOT, G.; HOLLANDER, A. P. The mechanical efficiency of front crawl swimming. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Auburn, v. 22, n. 3, p. 402-8, 1990.

TOWN, G. P.; VANNESS, J. M. Metabolic responses to controlled frequency breathing in competitive swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Auburn, v. 22, n. 1, p. 112-6, 1990.

WEST, S. A.; DRUMMOND, M. J.; VANNESS, J. M.; CICCOLELLA, M. E. Blood lactate and metabolic responses to controlled frequency breathing during graded swimming. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, v. 19, n. 4, p. 772-6, 2005.

YEATER, R. A.; MARTIN, R. B; WHITE, M. K.; GILSON, KH. Tethered swimming forces in the crawl, breast and back strokes and their relationship to competitive performance. **Journal of Biomechanics**, New York, v. 14, n. 8, p. 527-37, 1981.

Autor correspondente: **Otávio Joaquim Baratto de Azevedo**

E-mail: otavio_jbdeazevedo@hotmail.com

Recebido: **26 de junho de 2018.**

Aceito: **08 de fevereiro de 2019.**

* * * * *