



Avaliação do arrasto passivo na natação

R H C Souza^{1*}, C A de Araújo¹

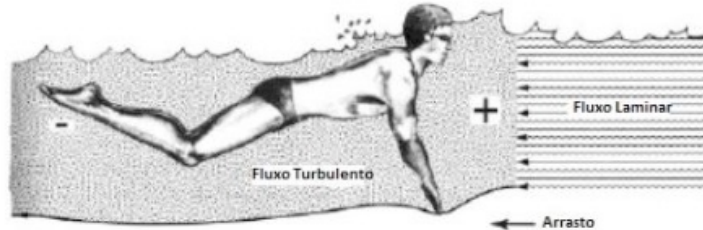
¹Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil

**rhairahelena@gmail.com*

Background, Motivação e Objetivo. No estudo da biomecânica do nado existem diversas limitações inerentes ao processo de aquisição de dados do nadador na água, o que exige do observador habilidade de avaliação de diferentes fluidos junto ao corpo do nadador e a interface água/ar, além de abordar modelos aquáticos de predição de forças de resistência, existentes na locomoção do nadador em seu percurso. Muitas estratégias de treinamento e condicionamento de nadadores são descritas na literatura as quais têm intenção de melhorar o desempenho esportivo dos nadadores. Estratégias proeminentes referem-se a métodos resistivos fora e dentro da água na prática do nado. Esforços têm sido dispendidos em alguns estudos no intuito de se analisar o deslize na natação e sua influência no resultado da performance do nadador, outros estudos procuram comparar os métodos de treinamento fora e dentro da água. O deslize na natação diz respeito a certas fases do percurso do nado em que o nadador não executa ações de propulsão do corpo e procura manter sua velocidade para gerar grande deslocamento. Nesse sentido, o posicionamento do corpo do nadador na água é visto como um objeto hidrodinâmico, o qual tem relação direta na força de arrasto que se opõe ao seu sentido de movimento. Estimar a força de arrasto que ocorre contra o sentido de movimento e sua alteração de acordo com o posicionamento do nadador é o primeiro passo para se projetar um ergômetro para a natação. Este trabalho busca relacionar pesquisas feitas sobre o nado atado disponíveis na literatura, observando-se os valores obtidos da área da seção transversal do corpo do nadador e coeficiente de arrasto passivo, a fim de entender como é feita a predição do arrasto passivo e sua importância na performance do nadador.

Métodos. A pesquisa foi realizada nas plataformas Pubmed e Mesh, com termos 'passive drag' and 'swimming' and 'drag coefficient', 14 itens foram encontrados. O arrasto hidrodinâmico (F_D) é dependente de características da água, como viscosidade, fluxo laminar ou turbulento, densidade do fluido (ρ), coeficiente de arrasto do corpo (C_D) e área da seção transversal do corpo normal ao movimento (S). A força propulsiva executada pelo nadador deve superar à força resistiva imprimindo maior diferença entre as duas a fim de gerar uma maior velocidade do nadador (v). A equação a seguir apresenta a relação entre essas variáveis, sendo o arrasto e a resistência da água associados a um movimento de nado (KOLMOGOROV *et al.*, 1997) com cálculo do coeficiente de arrasto de forma (C_D): $C_D = 2 * F_D / \rho * v^2 * S$. Onde S é a área da seção transversal do tronco do nadador. Sabe-se que parte do corpo do nadador é submetida a fluxo laminar do fluido, enquanto outras sofrem ação de fluxo turbulento (Figura 1). Tal aspecto influi diretamente na velocidade do nadador, em que, no fluxo laminar a força de arrasto é proporcional à velocidade do nadador, já para o fluxo turbulento, a força de arrasto é proporcional ao quadrado dessa velocidade. Métodos de nado livre e atado foram avaliados nos trabalhos encontrados, a fim de se adotar uma metodologia para estimação do coeficiente de arrasto passivo no nado atado. Este trabalho se refere a um estudo preliminar à projeção de um ergômetro para natação em meio aquoso.

Figura 1. Fluxo laminar e turbulento no nado livre. (BELLOCH, 2006 – adaptado)



Resultados. Sabe-se que o arrasto ativo é muito superior ao arrasto passivo (GATTA *et al.*, 2015) porém o deslize na natação é executado por períodos superiores aos de propulsão e o correto posicionamento do nadador constitui em um diferencial de tempo. A força de arrasto é denominada “arrasto passivo” quando age sobre um nadador que está sendo rebocado ou está deslizando, sem nenhuma ação de seus membros. Os autores concluíram em seu estudo que a área da seção transversal (S) dos nadadores submersa durante o nado têm os mínimos valores semelhantes em todos os estilos de nado. As maiores variações de S durante a execução do nado ocorrem no nado peito, devido ao fato de se adotar diferentes posições ao longo do percurso e gerar maiores rotações de tronco ao longo do eixo longitudinal, o que se relaciona diretamente com a área frontal do nadador. Cortesi e Gatta (2015) estudaram o efeito do posicionamento da cabeça do nadador durante o percurso sobre o arrasto passivo. O cálculo do arrasto passivo (N), com auxílio de um sistema eletromecânico *Swim-Spekro* de medição, os autores encontraram diferenças significativas (ANOVA, comparação múltipla simples em pares foram realizados com o teste post hoc de Tukey, ao nível de significância de 5%) entre a relação de velocidade e posição do nadador, braços ao longo do tronco ou estendidos à frente, e relação de velocidade com o posicionamento da cabeça. Dentre os trabalhos evidenciados na pesquisa bibliográfica, os trabalhos de Gatta (2015) se destacaram na abordagem de variáveis antropométricas para determinação de arrasto passivo (S variou entre 0,13 e 0,33 m²). Uma abordagem semelhante será adotada na continuidade deste trabalho, no desenvolvimento de um protótipo de um ergômetro para a natação e estimação do arrasto passivo a partir, principalmente, de variáveis antropométricas dos indivíduos em meio aquoso. O desenvolvimento do protótipo será viabilizado no Laboratório de Projetos Mecânicos da UFU.

Discussão e Conclusão. A avaliação das forças de resistência será estudada em uma condição passiva, considerando-se o cálculo da área da seção transversal do tronco do nadador. Os valores do arrasto passivo e os coeficientes de arrasto passivo de forma e de contato serão observados por meio dados experimentais e o modelo analítico, logo após serão analisados estatisticamente. A avaliação da intensidade de resistência ao nado é melhor controlada e monitorada durante esforços no nado atado e no reboque do nadador, somado a qualidade do percurso e evitando-se possíveis efeitos de ritmos irregulares, por exemplo (Kalva-Filho *et al.*, 2018). Percebe-se a necessidade de se viabilizar a quantificação do arrasto passivo no processo de reboque do nadador/nado atado, para a projeção de um ergômetro de treinamento de nadadores em meio



XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica

Armação de Búzios – RJ – Brasil

October 21st to 25th, 2018

aquoso, gerando um equipamento nacional com característica específica para a prática da natação.

Agradecimentos. Os autores agradecem à CAPES pelo recurso para realização deste trabalho.

Palavras-chave. Ciência do esporte, natação, nado atado, arrasto passivo.

Referências.

BELLOCH, S. P. A análise biomecânica em natação. Faculdade de Ciências da Atividade Física e o Esporte. Universitat de València, 2006.

CORTESI, M. e GATTA, G. Effect of The Swimmer's Head Position on Passive Drag. *Journal of Human Kinetics*, v. 49, p. 37-45, 2015.

GATTA, G.; CORTESI, M.; FANTOZZI, S.; ZAMPARO, P. Planimetric frontal area in the four swimming strokes: Implications for drag, energetics and speed. *Human Movement Science*, v. 39, p. 41–54, 2015.

KALVA-FILHO, C. A.; TOUBEKIS, A.; ZAGATTO, A.M.; SILVA, A.S.R.; LOURES, J.P.; CAMPOS, E.Z.; PAPOTI, M. Reliability and Validity of Tethered Swimming Lactate Minimum Test and Their Relationship With Performance in Young Swimmers. *Human kinetics*, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1123/pes.2016-0247>.

KOLMOGOROV, S.; RUMYANTSEVA, O.; GORDON, B.; CAPPAERT, J. M. Hydrodynamic characteristics of competitive swimmers of different genders and performance levels. *Journal of Applied Biomechanics*, v.13, p. 88-97, 1997.