

# Estimativa da potência mecânica e custo energético à velocidade do recorde do mundo nas provas de velocidade em cadeiras de rodas.

**Pedro Forte<sup>1,2</sup>, Daniel A Marinho<sup>1,2</sup>, Jorge E Morais<sup>2,3</sup>, Pedro Morouço<sup>4</sup>, Tiago M. Barbosa<sup>2,3,5</sup>**

<sup>1</sup>University of Beira Interior, Covilhã Portugal; <sup>2</sup>Research Centre in Sports, Health and Human Development, Portugal;

<sup>3</sup>Polytechnic Institute of Bragança, Bragança, Portugal, Portugal; <sup>4</sup>Polytechnic Institute of Leiria, CDRsp, Leiria, Portugal;

<sup>5</sup>Nanyang Technological University, Singapore.

## Introdução

A análise biomecânica desempenha um papel fundamental para a análise, controlo e prescrição do treino em atletas paralímpicos. Nas provas de velocidade em cadeiras de rodas, há uma forte relação da força necessária para superar as forças resistivas e a performance desportiva. A análise e controlo da potência necessária para superar o arrasto, a potência mecânica total, a potencia mecânica externa e o custo energético por unidade de distância mostram-se indicadores fundamentais para o treinador e o atleta. .

## Métodos

A amostra deste estudo foi um atleta paralímpico da classe T52 com 43kg de massa corporal. À data da investigação o sujeito era medalhado europeu nos 100m e segundo classificado no ranking mundial. Um scanner Artec 3D (Artec Group, Inc., USA) e os softwares Artec (Artec-L, Artec Group, Inc., USA) e Geomagic Studio (3D Systems, USA) permitiram digitalizar, editar e criar o modelo tridimensional do sujeito e da cadeira de rodas para a análise aerodinâmica com recurso à dinâmica computacional de fluidos.

A simulação numérica foi realizada com recurso ao código numérico Fluent (Fluent, Inc., USA, New York) e à velocidade de 6,08m/s. O modelo de turbulência utilizado foi o realizable k-epsilon e foram definidas 1500 iterações. O domínio tinha o formato de um prisma retangular com 3m de comprimento, 2m de altura e 1,5m de largura. O domínio era composto por cerca de 35 milhões de elementos, com o formato de prismas e pirâmides.

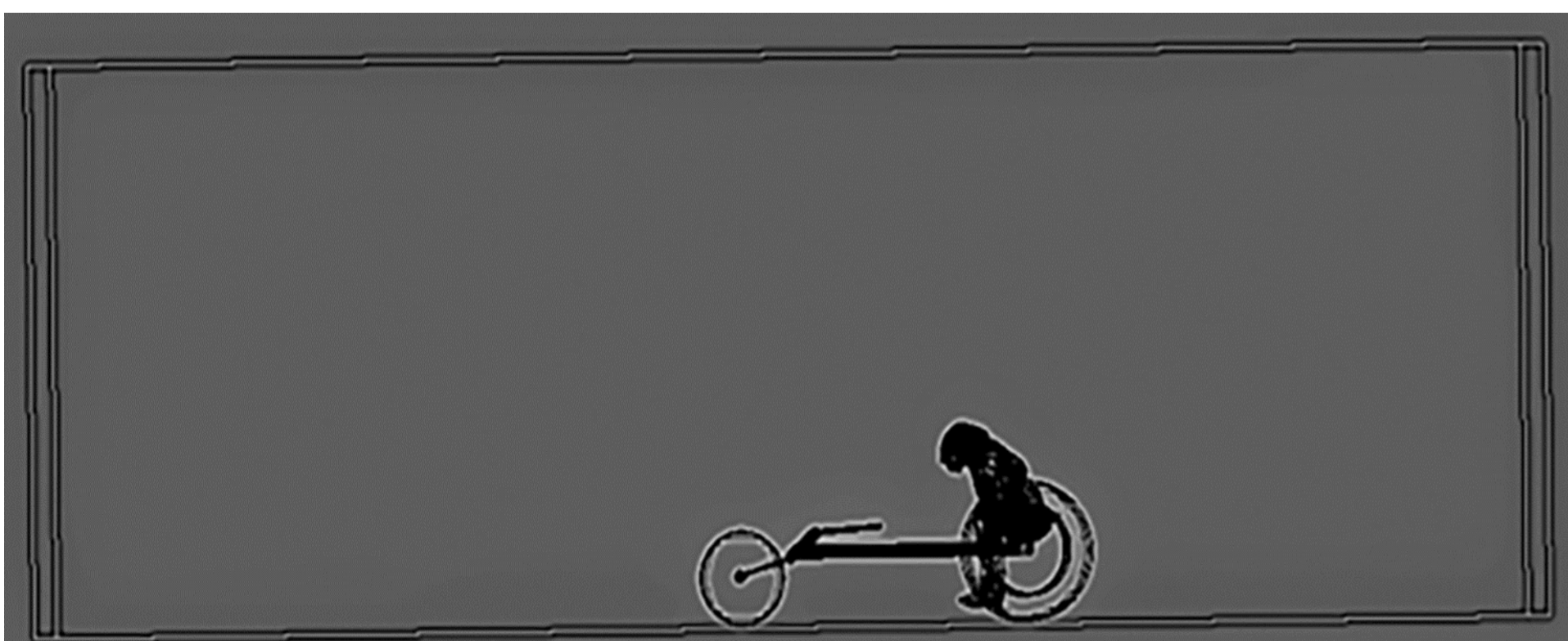


Figura 1: Representação do sujeito no domínio para a simulação numérica à velocidade de 6,08m/s.

O pós-processamento do software Fluente permitiu determinar a força de arrasto (Fd), o coeficiente de arrasto (CD) e a área efetiva (ACD).

As variáveis potência necessária para vencer o arrasto (Pd), a potência mecânica total (Ptot), a potência mecânica externa (Pext) e o custo energético (C) por unidade de distância foram calculadas com recurso a modelos analíticos (equações 1, 2, 3 e 4 respetivamente):

$$Pd = Fd \cdot v_x \quad (1)$$

$$P_{tot} = \frac{CR \cdot m \cdot g \cdot v + \frac{\rho}{2} \cdot A \cdot C_D \cdot v^3}{\eta} \quad (2)$$

$$P_{ext} = CR \cdot m \cdot g \cdot v + \frac{\rho}{2} \cdot A \cdot C_D \cdot v^3 \quad (3)$$

$$C = \frac{CR \cdot m \cdot g + \frac{\rho}{2} \cdot A \cdot C_D \cdot v^2}{\eta} \quad (4)$$

CR é o coeficiente de rolamento, m é a massa do sistema atleta cadeira de rodas, g a gravidade, v a velocidade, ρ é a densidade do ar, A é a área de superfície, C é o custo energético e η é a eficiência bruta.

## Resultados

A área efetiva foi de 0,33m<sup>2</sup> e o arrasto aerodinâmico à velocidade do record do mundo foi de 7,56N. A potência necessária para superar o arrasto foi de 45,97W. A potência total para vencer as forças resistivas foi de 368,76W. A Potência mecânica externa foi de 66,38W. O custo energético por unidade de distância foi de 232,79J/m.

## Conclusion

Os resultados deste trabalho podem ajudar treinadores e analistas a prescreverem sessões de treino baseadas na potência mecânica. O treino de força pode ainda ajudar os atletas a gerarem a potência necessária para alcançarem a velocidade alvo mais rápido possível. A minimização do arrasto aerodinâmico, mantendo o alinhamento corporal, também irá contribuir para uma melhor performance desportiva.

## References

1. Forte, Pedro; Marinho, Daniel A; Morais, Jorge E; Morouço, Pedro G; Barbosa, Tiago M. 2018. "The variations on the aerodynamics of a world-ranked wheelchair sprinter in the key-moments of the stroke cycle: A numerical simulation analysis", PLOS ONE 13, 2: e0193658 - e0193658.
2. Barbosa, Tiago M; Forte, Pedro; Morais, Jorge E; Coelho, Eduarda. 2016. "Analysis of the Aerodynamics by Experimental Testing of an Elite Wheelchair Sprinter", Procedia Engineering 147, 1: 2 - 6.