

Hidrodinâmica

Princípios e aplicação ao ensino e aperfeiçoamento técnico em natação



Daniel Marinho

Universidade da Beira Interior (UBI, Covilhã)

Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD)

Federação Portuguesa de Natação (FPN)

Hidrodinâmica: princípios e aplicação ao ensino e aperfeiçoamento técnico em natação

- A importância da técnica em natação
- Modelo biomecânico: hidrodinâmica (Arrasto hidrodinâmico)
- Modelo biomecânico: hidrodinâmica (Propulsão)
- Modelo técnico - técnicas alternadas (Crol e Costas)
- Modelo técnico – técnicas simultâneas (Bruços)
- Modelo técnico – técnicas simultâneas (Mariposa)

Hidrodinâmica

Módulo 2 – Modelo biomecânico: hidrodinâmica (Arrasto hidrodinâmico)



Daniel Marinho

Universidade da Beira Interior (UBI, Covilhã)
Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD)
Federação Portuguesa de Natação (FPN)

$$\text{div}V = 0$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} \pm V \cdot \nabla V + \nabla p \pm \nabla \left(v + c_{\mu} \frac{k^2}{\varepsilon} \right) (\nabla V + \nabla V^t) = 0$$

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho V_x k)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho V_y k)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho V_z k)}{\partial z} =$$

$$= \frac{\partial \left(\frac{\mu_t}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x} \right)}{\partial x} + \frac{\partial \left(\frac{\mu_t}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial y} \right)}{\partial y} + \frac{\partial \left(\frac{\mu_t}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial z} \right)}{\partial z} + \mu_t \Phi - \rho \varepsilon$$

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho V_x \varepsilon)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho V_y \varepsilon)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho V_z \varepsilon)}{\partial z} = \frac{\partial \left(\frac{\mu_t}{\sigma_{\varepsilon}} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} \right)}{\partial x} +$$

$$+ \frac{\partial \left(\frac{\mu_t}{\sigma_{\varepsilon}} \frac{\partial \varepsilon}{\partial y} \right)}{\partial y} + \frac{\partial \left(\frac{\mu_t}{\sigma_{\varepsilon}} \frac{\partial \varepsilon}{\partial z} \right)}{\partial z} + \mu_t \frac{\varepsilon}{k} - C_2 \frac{\rho \varepsilon^2}{k}$$

Bases Mecânicas da Natação

- A evolução das técnicas de nado



- Velocidade média de nado máxima para uma distância competitiva

Bases Mecânicas da Natação

Os estilos ou técnicas de natação são estruturas motoras complexas que se desenvolveram para:

- Superar a resistência ao avanço oferecida pelo meio aquático (força de resistência hidrodinâmica)
- Rentabilizar a produção de força propulsiva
- Minimizar as variações da velocidade de deslocamento por ciclo gestual

No quadro de uma regulamentação oficial internacional

Bases Mecânicas da Natação

- Subvalorização dos pressupostos equivalentes à técnica de nado (propulsão e resistência)



$$V = E \times e_p / D \quad (\text{Pendergast et al., 1978})$$

$$E = (V \times D) / e_p$$

Quanto menor o *input* energético (E) necessário para que o nadador se desloque a uma dada velocidade, mais adequado mecanicamente será o gesto técnico.



- Mais elevada será a eficiência propulsiva (e_p)
- Menor será a força de resistência hidrodinâmica (D)

A. Modelos Resistivos

Resistência ao avanço

- A força de resistência hidrodinâmica é uma força externa que actua sobre o corpo do nadador, com a mesma direcção mas sentido oposto ao seu deslocamento.



Resistência ao avanço

- A intensidade da força de resistência depende:
 - Características morfológicas do sujeito
 - Características dos equipamentos desportivos
 - Características físicas do meio
 - Técnica de nado

Resistência ao avanço

$$D = \frac{1}{2} \rho C_D S V^2$$

- Massa volúmica (ρ)
- Coeficiente de resistência (C_D)
- Área de secção transversal ao deslocamento (S)
- Velocidade (V)

Resistência ao avanço

Tipos de resistência hidrodinâmica:

- Resistência de fricção
- Resistência de forma
- Resistência de onda

Resistência de fricção

- A resistência de fricção depende das características de viscosidade e regime de fluxo e da textura da superfície de contacto do corpo e/ou fato de banho com a água.
- Quanto maior for a viscosidade, mais turbulento o fluxo e mais rugosa e extensa a superfície corporal em contacto com a água, maior será a componente de fricção.



Resistência de fricção

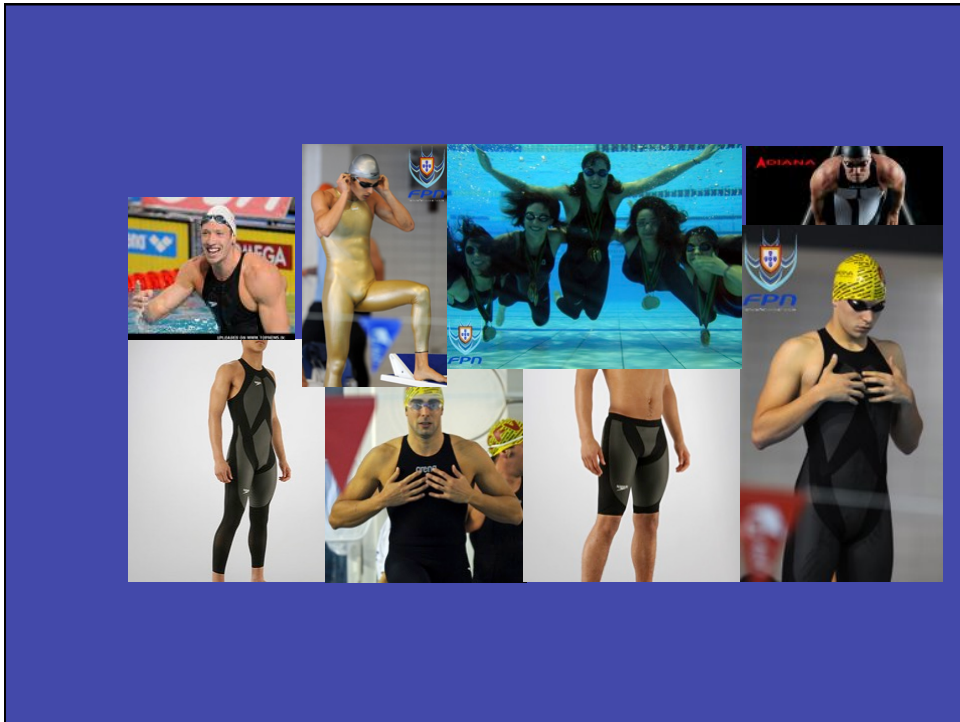
- A minimização da componente da resistência de fricção não deve ser descurada no quadro da preparação desportiva de nadadores de elite.
- Qualidade do equipamento desportivo (fato de banho, touca)
- Depilação
- Minimização da superfície corporal imersa.

Resistência de fricção



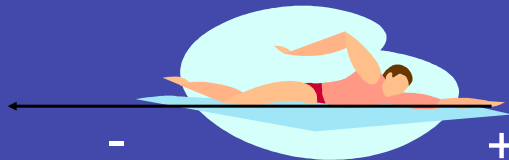
século. Porém, só em 1906, na baía do Alfeite, se efectuará a primeira prova. A competição, num percurso de 926 metros, (meia milha), foi ganha por A. Rumsey, do Porto, em 19 minutos. Alinharam oito concorrentes e Mário Duarte classificou-se em 5.º lugar.





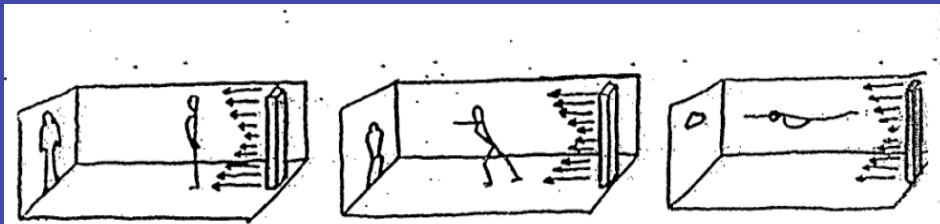
Resistência de forma

- Causada por um diferencial de pressões que se cria em torno do nadador, com uma zona de alta pressão à frente e uma zona de baixa pressão atrás.



Resistência de forma

- Área de secção transversal oposta ao deslocamento



Resistência de forma

O nadador influencia a quantidade de resistência de forma de 2 modos:

- 1. Alinhamento corporal: posição dos segmentos em torno do eixo longitudinal



Resistência de forma

O nadador influencia a quantidade de resistência de forma de 2 modos:

- 2. Ângulo de ataque: posição do eixo corporal em relação ao sentido de deslocamento.



Resistência de forma

- Posição hidrodinâmica fundamental



Resistência de onda



Resistência de onda

A resistência de onda aumenta com:

- Velocidade.
- Movimentos excessivos executados à superfície da água (entradas violentas, ondulações excessivas).
- Desalinhamento corporal.
- Volume corporal.



Resistência hidrodinâmica

Equilíbrio dinâmico – Alinhamento corporal

- O corpo humano é pouco hidrodinâmico.
- O nadador deve manter ao longo do ciclo gestual a posição mais horizontal e alinhada possível.



Resistência de onda

- O corpo ao deslocar-se à superfície da água deforma-a, provocando a formação de ondas, o que implica a perda de energia para o meio circundante e o aparecimento de forças suplementares que se opõem ao deslocamento.
- Desloca-se na superfície de separação da água e do ar, dois meios de densidades diferentes.
- Quando em nado subaquático (profundidade superior a 0.60m) a resistência de onda pode ser negligenciável.

Resistência de onda

A resistência de onda aumenta com:

- Velocidade.
- Movimentos excessivos executados à superfície da água (entradas violentas, ondulações excessivas).
- Desalinhamento corporal.
- Volume corporal.



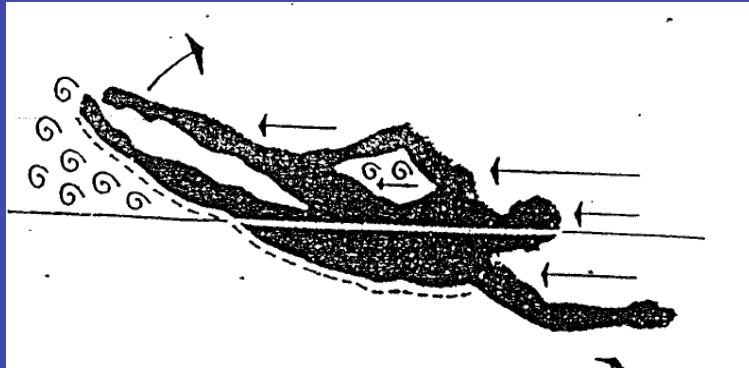
Resistência hidrodinâmica

Equilíbrio dinâmico – Alinhamento corporal

- Alinhamento lateral (plano frontal)
- Alinhamento horizontal (plano sagital)

Resistência hidrodinâmica

Equilíbrio dinâmico – Alinhamento lateral (plano frontal)

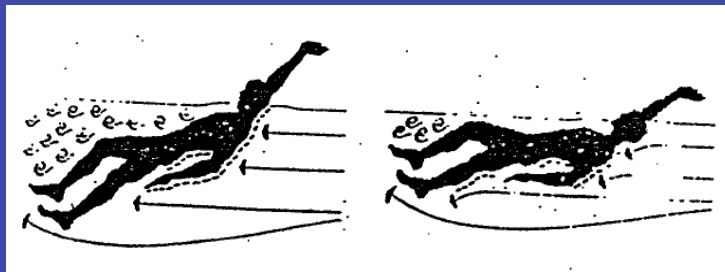


Resistência hidrodinâmica

Equilíbrio dinâmico – Alinhamento horizontal (plano sagital)

(Crol e Costas)

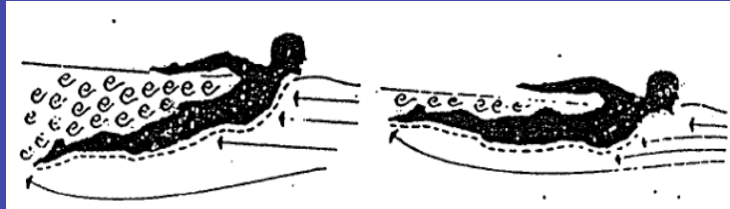
- Utilizar batimento de pernas.



Resistência hidrodinâmica

Equilíbrio dinâmico – Alinhamento horizontal (plano sagital)
(Mariposa e Bruços)

- Evitar ondulações excessivas do corpo.
- Evitar ações que implicam o aumento da superfície oposta ao deslocamento (recuperação das pernas em bruços).



Hidrodinâmica: Módulo 2 – Modelo biomecânico: hidrodinâmica (Arrasto hidrodinâmico)



- Identifique os três componentes que constituem a força de arrasto hidrodinâmico.
- Apresente ações e estratégias que os alunos podem desenvolver durante o nado para minimizar a força de arrasto hidrodinâmico.

Hidrodinâmica

Princípios e aplicação ao ensino e aperfeiçoamento técnico em natação

Daniel Marinho

Universidade da Beira Interior (UBI, Covilhã)

Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD)

Federação Portuguesa de Natação (FPN)