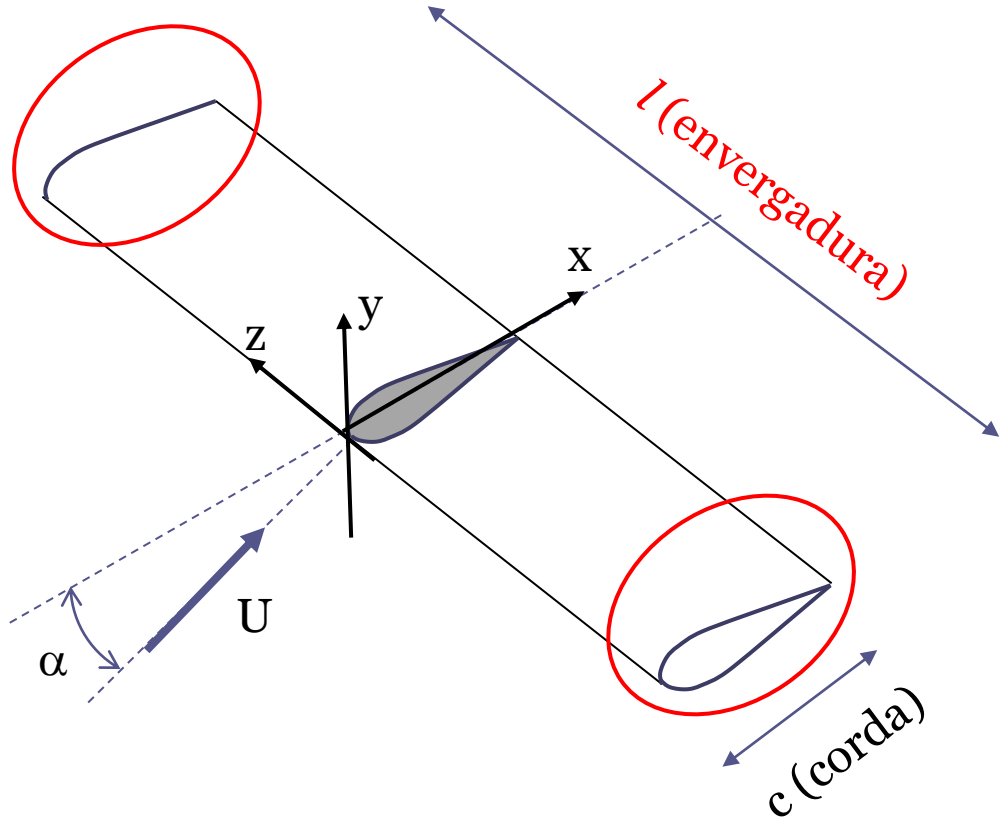
Propulsores tipo hélice

- Asas: breve revisão dos efeitos tridimensionais do escoamento.
  - Vórtices de ponta;
  - Downwash
- Métodos computacionais empregados em projeto de propulsores navais

A ASA

descrição
dos efeitos
de ponta



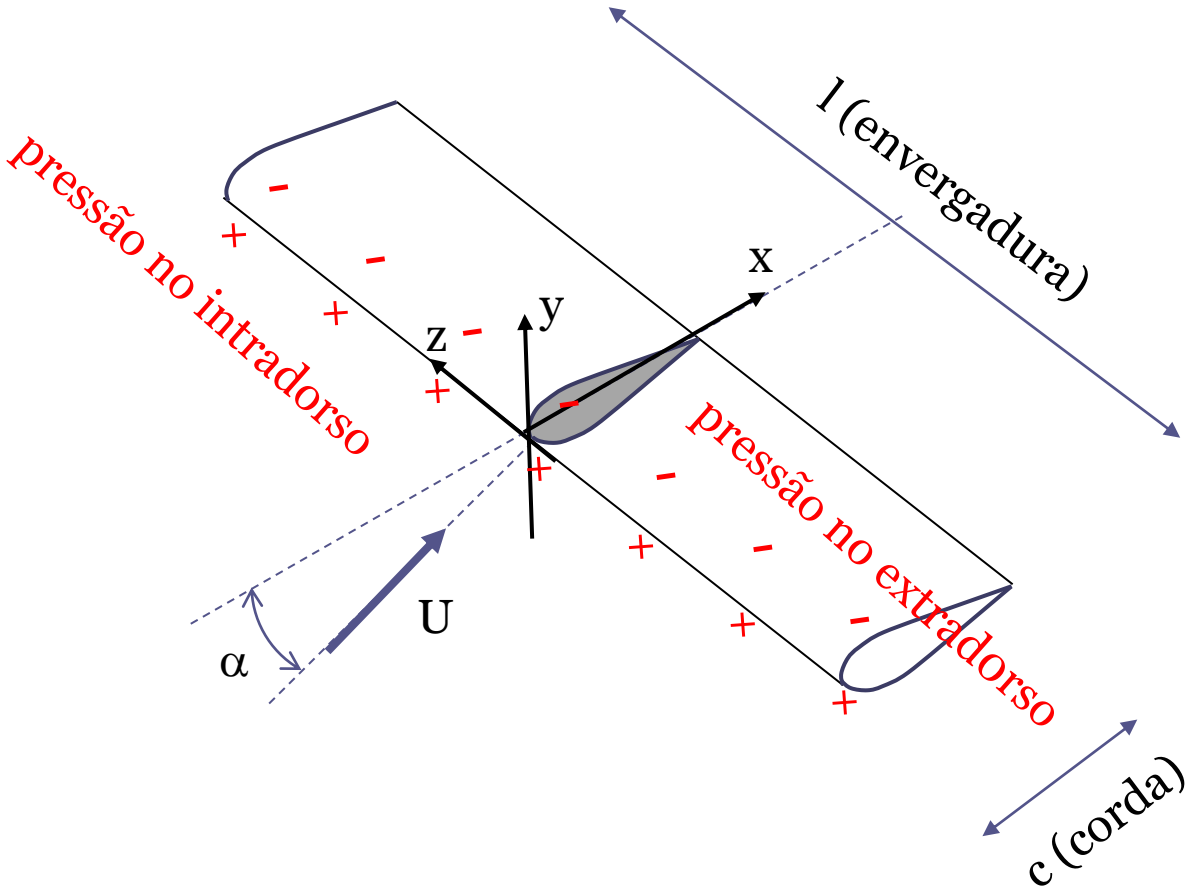
$$AR = \frac{S}{c^2} = \frac{l}{c}$$

Razão-de-aspecto

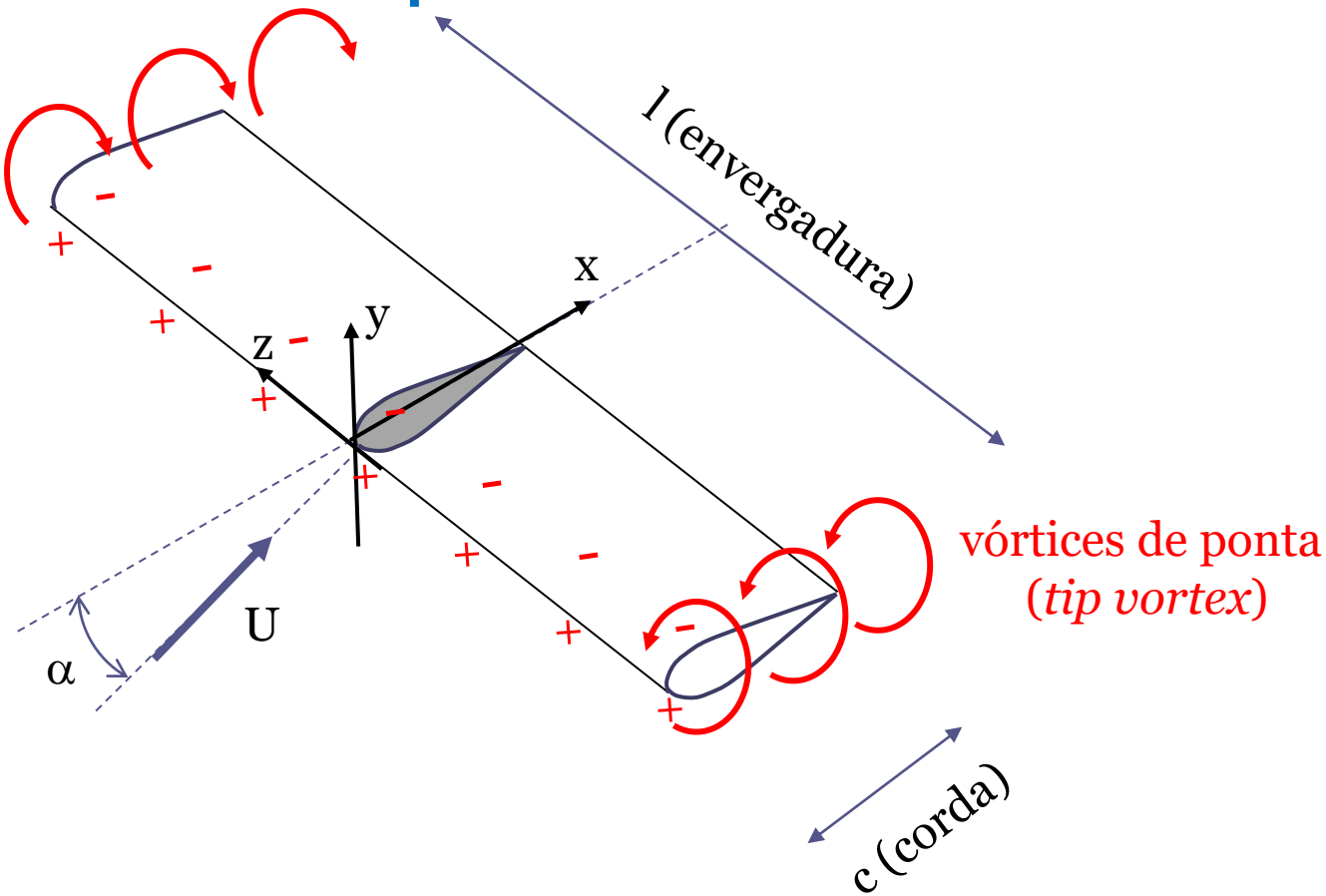
A ASA: Efeitos de ponta

créditos: NASA (www.nasa.gov)

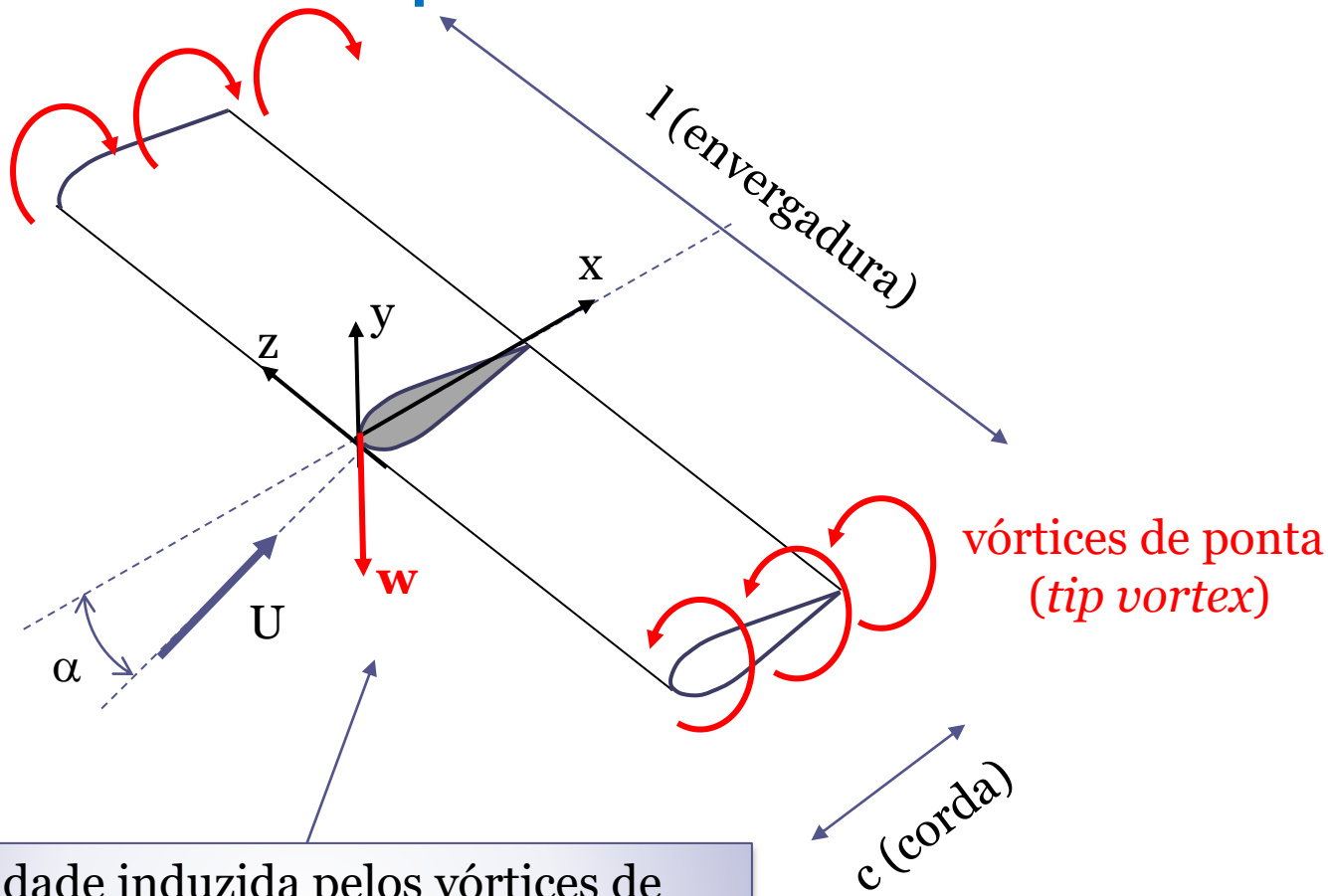
A ASA: Efeitos de ponta



A ASA: Efeitos de ponta

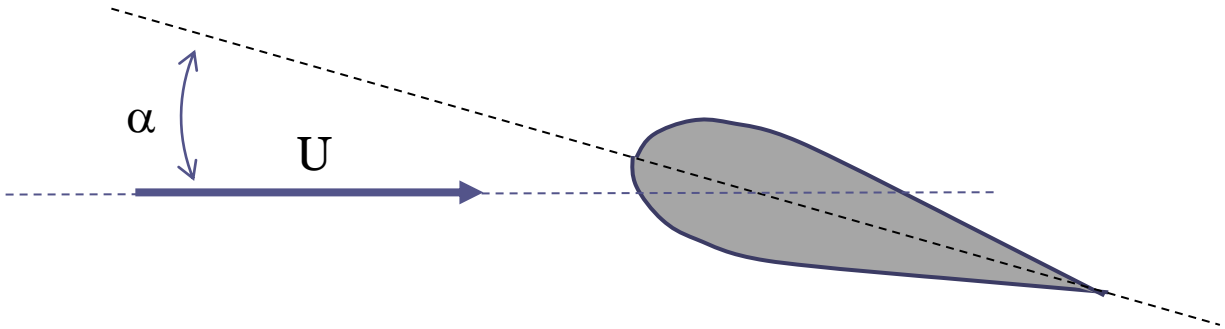


A ASA: Efeitos de ponta

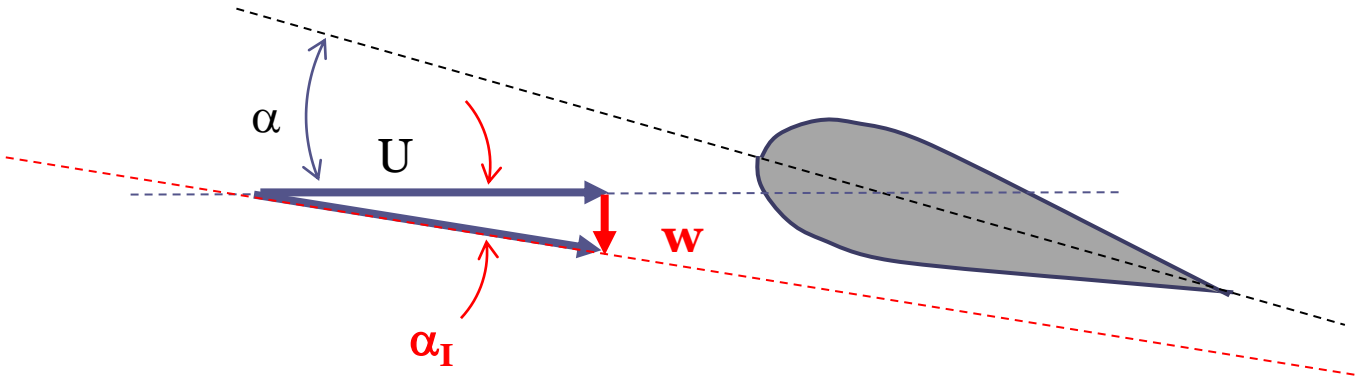


velocidade induzida pelos vórtices de ponta na região do bordo de ataque da seção de asa (velocidade de *downwash*)

A ASA: Efeitos de ponta

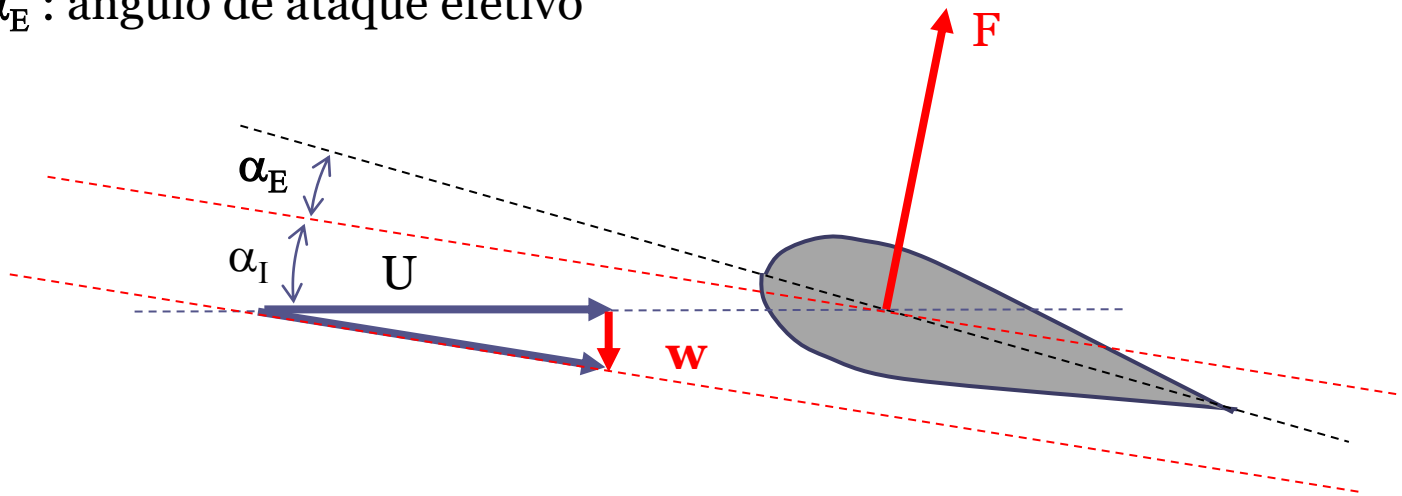


A ASA: Efeitos de ponta



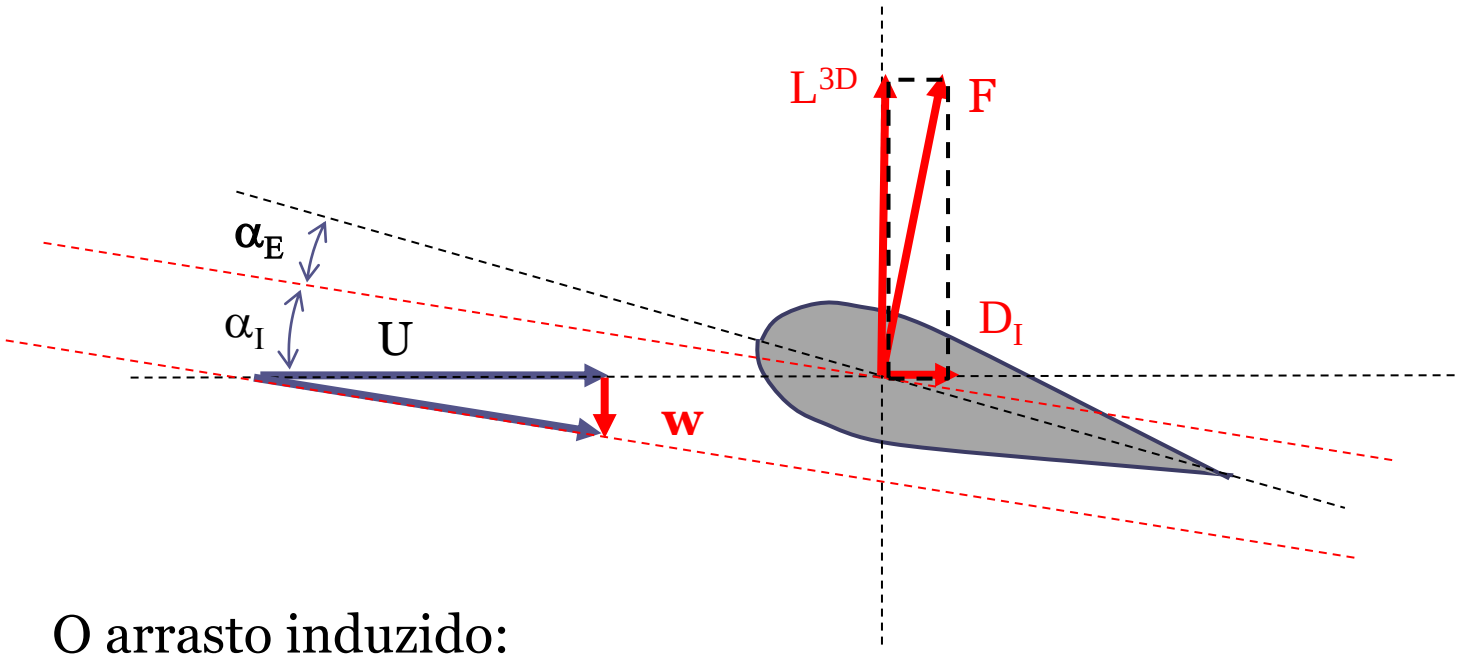
A ASA: Efeitos de ponta

α_E : ângulo de ataque efetivo



F: força decorrente da circulação no fólio (*sem levar em conta o arrasto gerado por atrito ou esteira*)

A ASA: Efeitos de ponta



O arrasto induzido:

$$D_I = L^{3D} \tan(\alpha_I) \cong L^{3D} \alpha_I$$

Efeitos tridimensionais nas pás do propulsor

Os efeitos de ponta das pás são, em geral, os indutores de efeitos tridimensionais mais significativos, embora haja também efeitos 3D induzidos junto à região do bosso;

Fica claro na análise dos efeitos tridimensionais, que tais efeitos serão tão mais pronunciados quanto menor for a razão-de-aspecto (AR) das pás.

Modelos 3D para as pás e propulsor

Ao longo do século XX, o estudo de asas e rotores forneceu um conjunto de métodos capazes de tratar o problema da asa com diferentes graus de aproximação, dentre os quais:

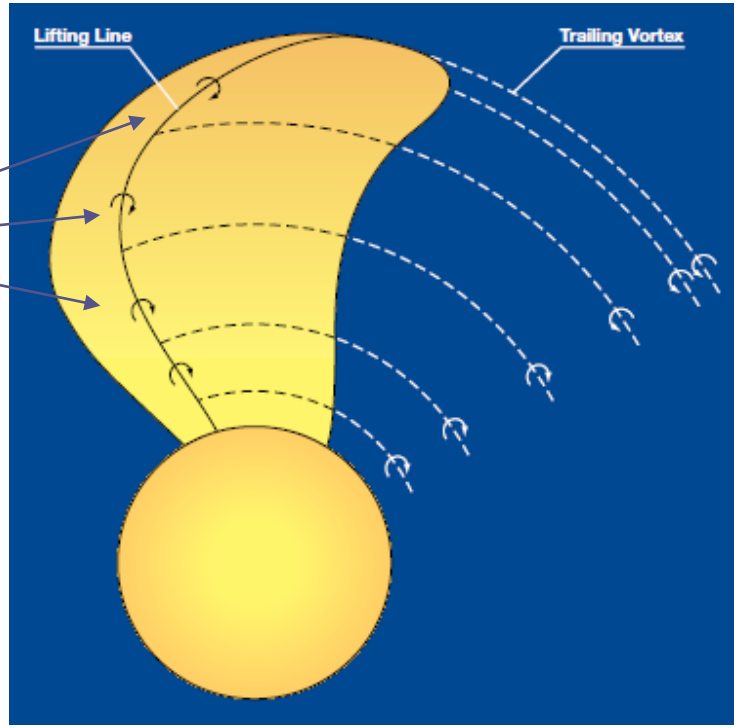
- Teoria(s) de Linha de Sustentação (*Lifting line*)
- Teoria(s) de Superfície de Sustentação (*Lifting surface*)

Surgiram também métodos computacionais capazes de tratar a solução mediante representação mais refinada da geometria da pá (espessuras) e do propulsor (consideração do bosso). É o caso do método de elementos de contorno (método de painéis) para escoamentos potenciais com circulação

Atualmente são desenvolvidos modelos em CFD capazes de considerar também os efeitos da esteira viscosa à jusante do casco e sua interação com o propulsor

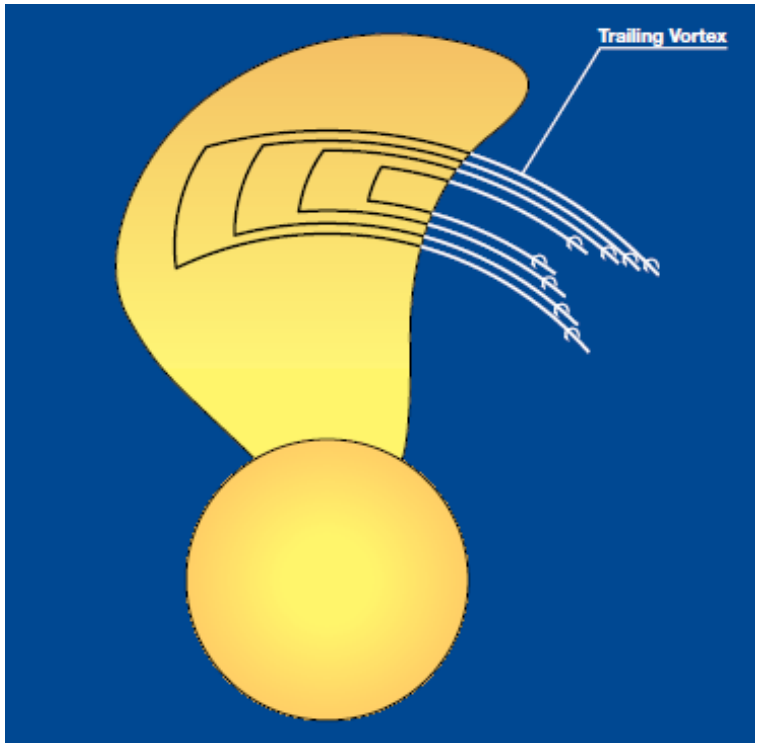
Método de Linha de Sustentação (ex: Lerbs,1952)

Linhas de vórtices de diferentes intensidades



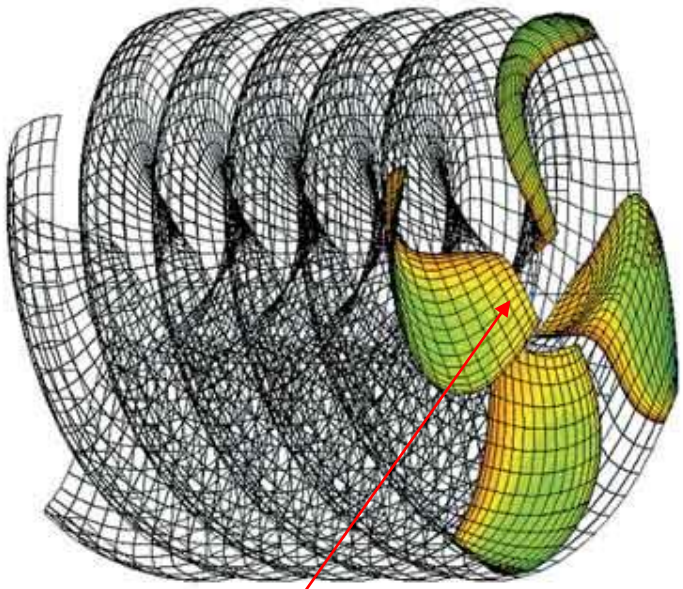
Fonte: MAN, Hydrodynamics of Ship Propellers

Métodos de Superfície de Sustentação



Fonte: MAN, Hydrodynamics of Ship Propellers

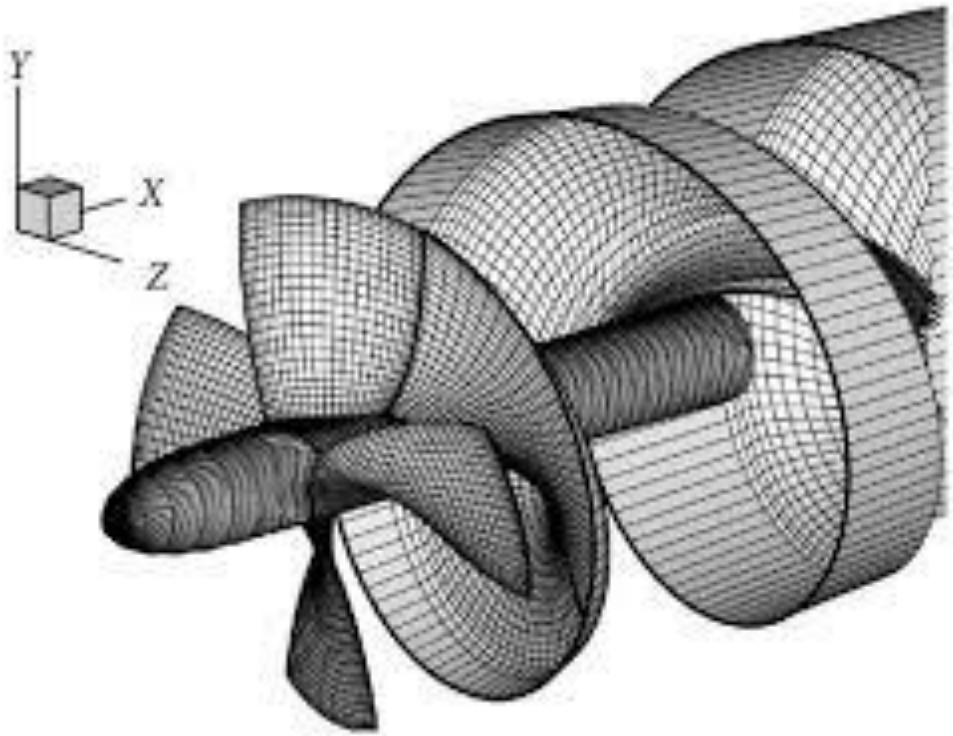
Vortex-Lattice Method, VLM
(Kerwin & Lee, 1978)



s/modelo do bosso

www.mek.dtu.dk

Método de Elementos de Contorno (BEM)



www.hindawy.com