

**EXERCÍCIO – MODELAGEM DO PROPULSOR**

Apresenta-se, abaixo, um modelo simplificado de hélice propulsor de quatro pás que desejamos modelar. Aplicando a teoria de elementos de pá, pretendemos obter estimativas simplificadas para as curvas dos coeficientes  $K_T$  e  $K_Q$  e para a eficiência hidrodinâmica  $\eta$  deste propulsor em função do coeficiente de avanço ( $J$ ). Sabe-se que a velocidade do fluxo incidente ao longe é  $V_A = 5$  [nós] e que o fluido em questão é água salgada.

Para a execução dos cálculos de força e torque, são fornecidos os fatores de indução axial ( $a$ ) do propulsor em função do coeficiente de avanço. Suponha que este fator de indução seja uniforme sobre o raio das pás e desconsidere, na solução, a influência do fator de indução tangencial ( $a'$ ).

$J$	$a$
0.7	0.5888
0.8	0.4523
0.9	0.3482
1.0	0.2648
1.1	0.1981
1.2	0.1436
1.3	0.0987

**Dados da geometria do Propulsor:** Suporemos pás triangulares (ver figura a seguir). Considere que a corda das pás aumenta linearmente, tendo como vértice imaginário o centro do bossó/eixo. Os demais dados necessários para descrever a geometria das pás são:

$$N_{Blade} = 4 \text{ (quantidade de pás)}$$

$$D_{Prop} = 5,5 \text{ [m]}$$

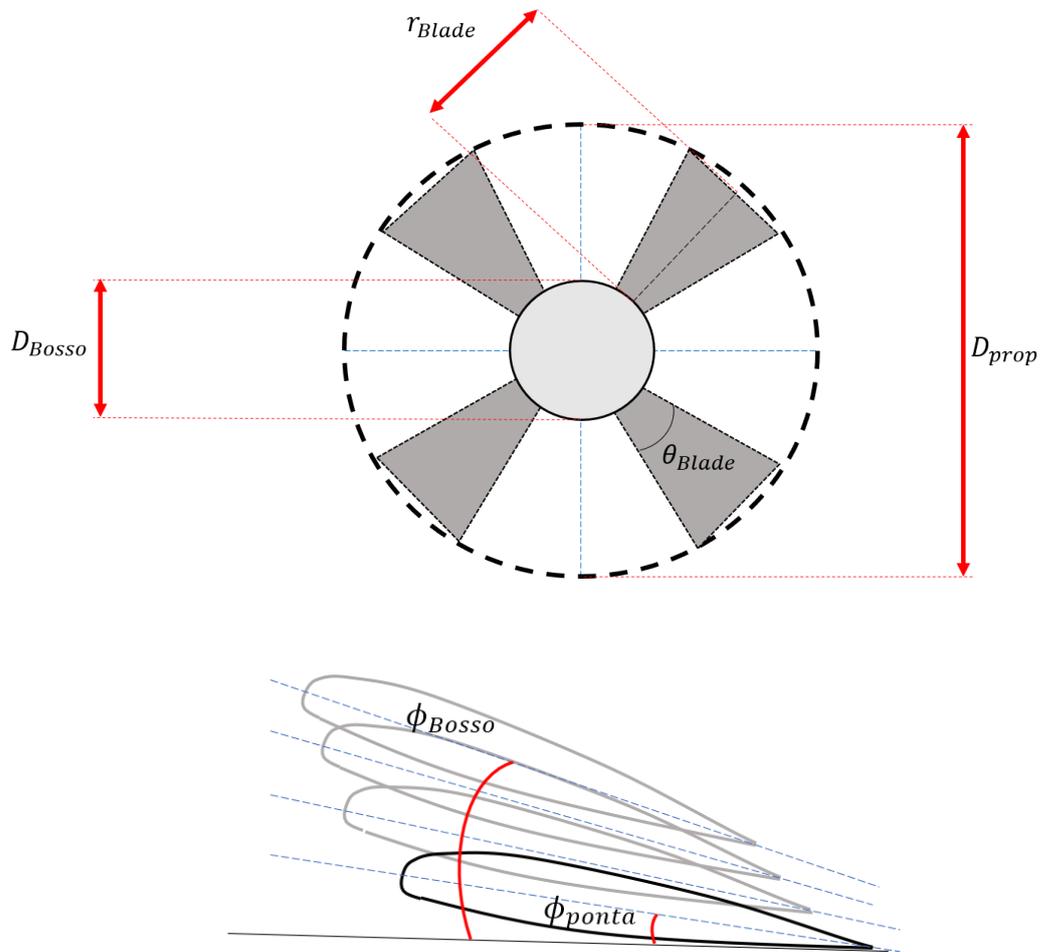
$$D_{Bossó} = 0.3D_{prop}$$

$$\theta_{blade} = 36^\circ$$

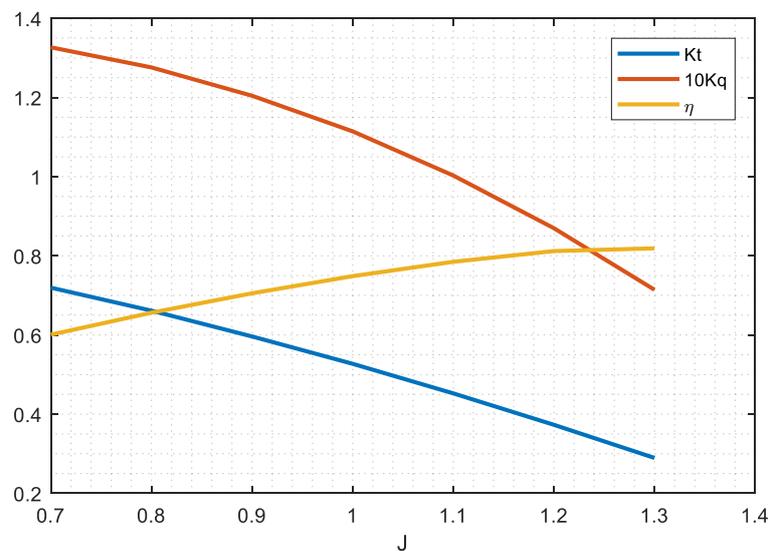
$$\phi_{Bossó} = 54^\circ \quad ; \quad \phi_{ponta} = 22^\circ$$

(A variação do ângulo de passo da pá é linear na envergadura)

O perfil de fólio da pá é o perfil NACA 4412, para o qual é fornecida, em anexo, a tabela de coeficientes de sustentação e arrasto ( $C_L(\alpha)$  e  $C_D(\alpha)$ ), sendo  $\alpha$  o ângulo de ataque no fólio (dado em graus na tabela).



Para conferência posterior, são apresentados os valores de  $K_t$ ,  $K_q$  e  $\eta$  obtidos numericamente para este propulsor, nas condições estipuladas acima. Os valores numéricos destes coeficientes também são fornecidos em anexo.





### ADENDO

O Exercício acima forneceu valores do fator de indução axial, com o intuito de treinar a aplicação da teoria do elemento de pá na modelagem do propulsor tipo hélice. No entanto, é importante que o aluno perceba que a solução completa do problema poderia ser obtida sem a necessidade de conhecimento prévio desse fator de indução, usando diretamente os princípios da teoria de quantidade de movimento do elemento de pá (BEMT).

Como um exercício adicional, recomendamos ao aluno que procure usar os conhecimentos estudados nas teorias do disco atuador e do elemento de pá para obter, por sua conta, os valores de  $a$  estimados de nas condições dadas no problema (comparar com os valores dados na tabela anterior). Use, para isso, apenas a informação da velocidade de avanço ( $V_A$ ), da geometria das pás e dos coeficientes de força dos fólhos.