

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DIRETA DO ESCOAMENTO EM TORNO DE UM CILINDRO FIXO COM CARENAGEM

Aluno: Pedro Henrique Gomes de Oliveira (pedrohgo@ufrgs.br)
Orientadora: Prof^a Dr^a Edith Beatriz Camaño Schettini (bcamano@iph.ufrgs.br)

INTRODUÇÃO

Na indústria de petróleo *offshore*, a extração de óleo do leito oceânico é feita através de dutos cilíndricos chamados *risers*. O escoamento em torno dessas estruturas provoca a formação e o desprendimento de vórtices. Este fenômeno gera oscilações nas forças atuantes sobre os condutos, fazendo com que eles vibrem (vibração induzida por vórtices – VIV).

A VIV pode reduzir a vida útil de um *riser*, portanto é pertinente que se busque contê-la. Uma maneira de fazer isso é instalando dispositivos supressores de vórtices, como a carenagem (Fig. 1).



Fig. 1 – Carenagens (amarelo) em um *riser*.
Fonte: <https://www.jamstec.go.jp>

METODOLOGIA

Para averiguar o fenômeno referido, foi utilizado o código computacional *Incompact-3d* (código-livre) para realizar simulações numéricas diretas (DNS). Esse código soluciona as equações de Navier-Stokes e da Continuidade para o escoamento de um fluido incompressível pelo método das diferenças finitas compactas de sexta ordem.

O domínio computacional é discretizado por uma malha cartesiana tridimensional e está dividido em oito lâpis, para cada qual um núcleo de processamento é dedicado. Nesse domínio, o cilindro e a carenagem são representados pelo método das fronteiras imersas (IBM).

As condições de contorno impostas são de deslizamento livre nas paredes laterais do domínio, a saída livre e a velocidade adimensional de aproximação unitária (Fig. 2).

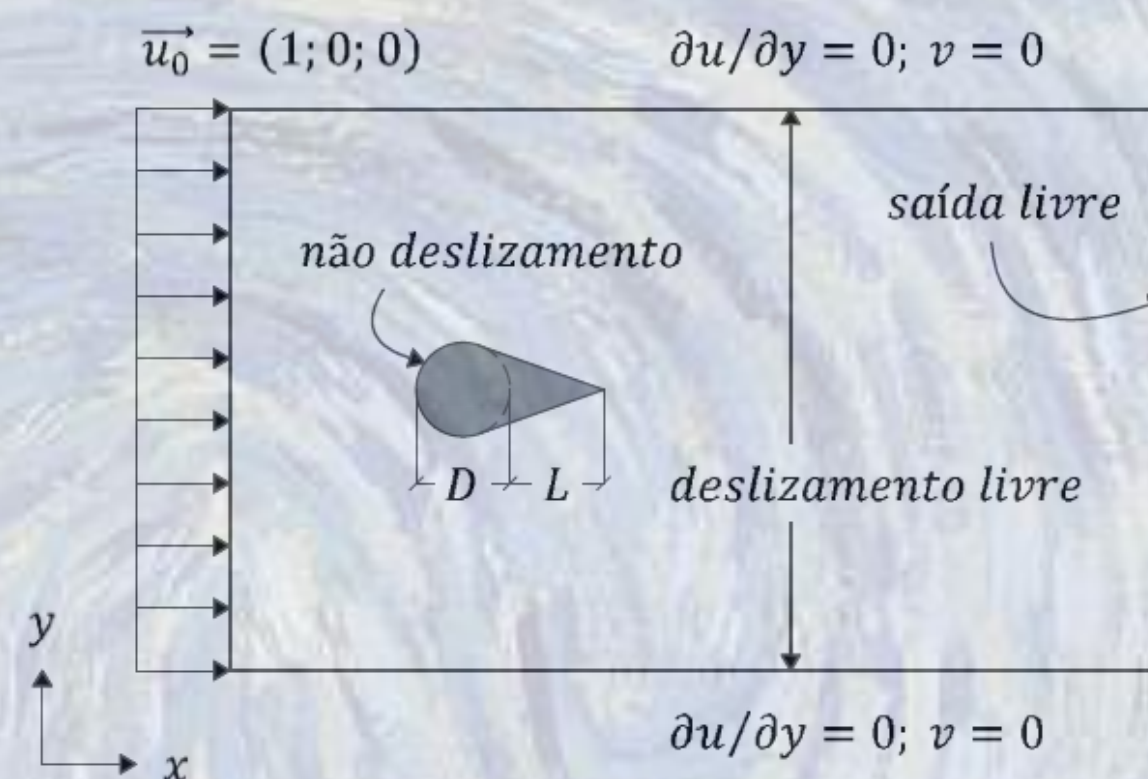


Fig. 2 – Condições de contorno no domínio.

Foram calculadas as médias do coeficiente de arrasto (CD_m) e os valores quadráticos médios do coeficiente de sustentação (CL_{rms}) a partir de séries temporais das respectivas variáveis (CD e CL) para dois números de Reynolds (Re ; 300 e 1250) e comprimentos adimensionais da carenagem (L/D) de 0,5; 1; 2; 3 e 4.

RESULTADOS

Os gráficos em Fig. 3 e 4 apresentam os valores de CD_m e CL_{rms} , respectivamente, em função de L/D .

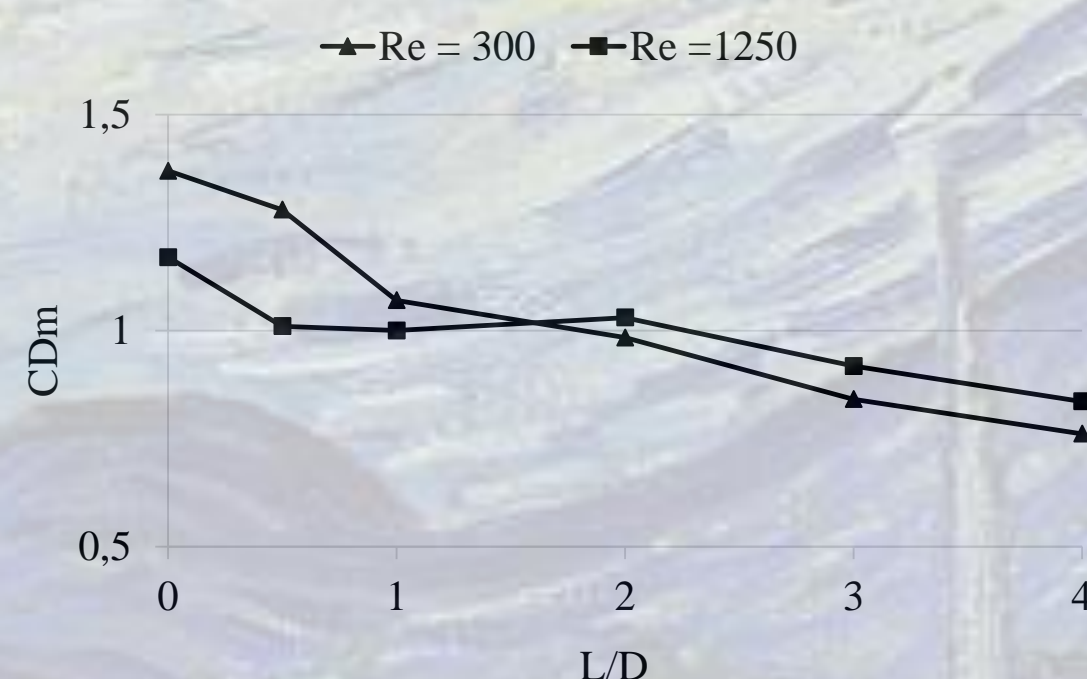


Fig. 3 – Variação de CD_m em função de L/D .

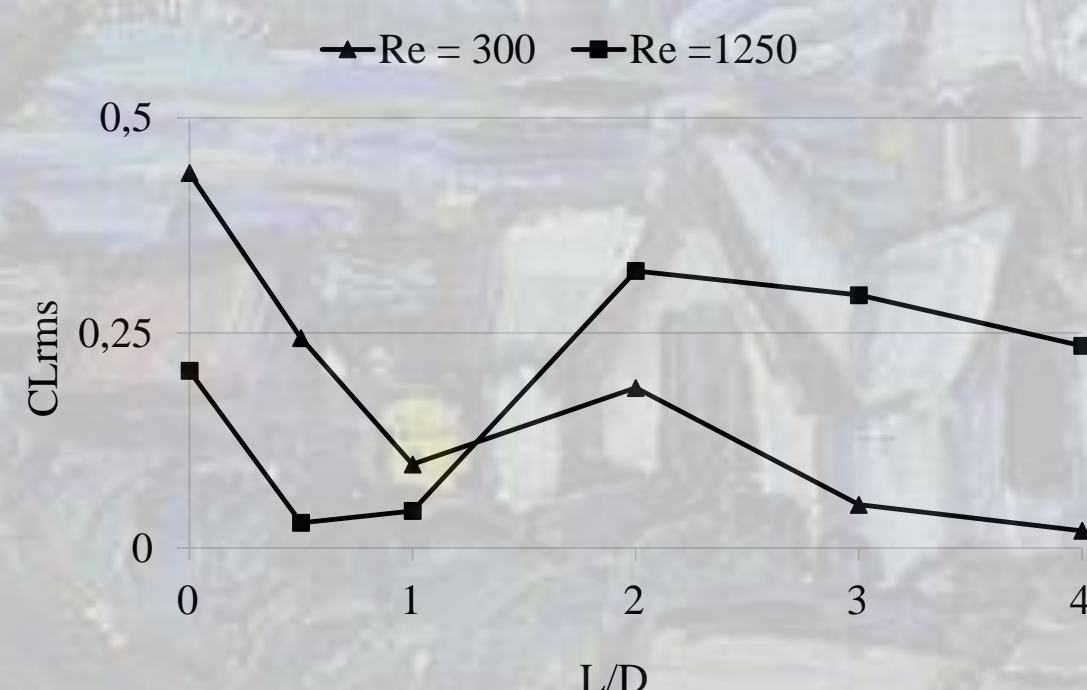


Fig. 4 – Variação de CL_{rms} em função de L/D .

Fig. 5 ilustra os efeitos sobre o campo de vorticidade resultantes da instalação de carenagens de diferentes comprimentos.



Fig. 5 – Campos de vorticidade de um cilindro sem e com carenagem ($L/D = 1, 2, 3$ e 4). $Re = 1250$.

CONCLUSÃO

A carenagem mostrou afetar a configuração da esteira de vórtices a jusante do cilindro. A tendência foi de que os vórtices se formassem mais afastados do cilindro e fossem menores à medida que o comprimento da carenagem aumentou (à exceção de $L/D = 2$, que, em ambos os Re , produziu uma esteira mais larga que $L/D = 1$).

Os menores valores de CD_m foram obtidos com o maior comprimento de carenagem testado ($L/D = 4$) tanto para $Re = 300$ como para $Re = 1250$. Em CL_{rms} , diferentes valores de L/D geraram os mínimos em cada caso (4 para $Re = 300$ e 0,5 para $Re = 1250$).

Os resultados observados neste trabalho sugerem que carenagens menores ($L/D \leq 1$) sejam mais eficientes – principalmente para escoamentos turbulentos. Esta constatação é coerente com os dispositivos empregados atualmente na indústria *offshore*.