



<b>Evento</b>	Salão UFRGS 2015: SIC - XXVII SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRGS
<b>Ano</b>	2015
<b>Local</b>	Porto Alegre - RS
<b>Título</b>	Simulação Numérica Direta (DNS) de Correntes de Densidade e a sua Interação com Estruturas Cilíndricas
<b>Autor</b>	LUÍSA VIEIRA LUCCHESI
<b>Orientador</b>	EDITH BEATRIZ CAMANO SCETTINI

## Simulação Numérica Direta (DNS) de Correntes de Densidade e a sua Interação com Estruturas Cilíndricas

Aluna: Luísa Vieira Lucchese  
Instituição de Origem: UFRGS

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Edith Beatriz Camaño Schettini

**Introdução:** As correntes de densidade são originadas quando um fluido com certa massa específica se propaga sob outro de menor massa específica, por ação da gravidade. Elas ocorrem em ambientes naturais, como no fundo marinho, e apresentam risco de dano para as estruturas que se encontram em seu caminho. Exemplos típicos destas estruturas são os emissários submarinos, os condutos de telecomunicações e os oleodutos. A motivação do presente trabalho é analisar as forças que ocorrem na interação das correntes de densidade com uma estrutura cilíndrica, visando simular as situações em que a corrente de densidade impacta sobre estruturas cilíndricas submersas. Para tal, são realizadas simulações computacionais do tipo Simulação Numérica Direta, por meio do código *Incompact3d*, livre e aberto, escrito em Fortran-90. O objetivo central deste trabalho é a comparação entre duas condições de contorno possíveis para as correntes de densidade: o *lock-exchange* e a alimentação constante. Adota-se, para os casos a analisar, um cilindro circular em posição horizontal e perpendicular à direção da corrente de densidade, que é do tipo conservativa (sem deposição). Variam-se as dimensões e o posicionamento do conduto e é avaliada a distribuição temporal das forças que atuam na interação estrutura – corrente de densidade.

**Metodologia:** A condição do tipo *lock-exchange* considera um volume finito de fluido, em repouso na condição inicial, que se propaga por ação da gravidade. A alimentação constante supõe que o fluido mais denso entra no canal com velocidade constante. O código computacional *Incompact3d* resolve as equações da Continuidade, de Navier-Stokes e de Transporte-difusão de massa, discretizando-as em uma malha cartesiana bidimensional. Para representação do obstáculo imerso, foi adotado o Método das Fronteiras Imersas, que possibilita a inserção de geometrias no escoamento através da introdução de um termo de força não-permanente na equação da quantidade de movimento, impondo a condição de não-deslizamento nos pontos onde se localizaria a superfície sólida. As equações são adimensionalizadas utilizando a velocidade de fluabilidade, uma massa específica de referência, e diferentes comprimentos no caso *lock-exchange* e alimentação constante. No caso de *lock-exchange*, a adimensionalização se dá com a altura do fluido mais denso na condição inicial, e, para o caso de alimentação constante, com metade da altura do canal. Admitiu-se a aproximação de Boussinesq. Um parâmetro importante é o número de Grashof, que relaciona as forças de empuxo com as viscosas, e é aproximado pelo quadrado do número de Reynolds. Utilizou-se o método de Adams-Bashfort de 2<sup>a</sup> ordem para avanço temporal e um esquema de diferenças finitas compactas de sexta ordem para a discretização espacial.

**Resultados:** Para a interação estudada, existem três fases: impacto (a corrente encontra o cilindro e as forças hidrodinâmicas aumentam bruscamente), transiente (transição entre as duas outras fases) e quase-estável (estabilização do escoamento com formação da esteira de vórtices de Von Kármán). O código foi validado com base em simulações numéricas de outros autores, indicando semelhança entre as forças da presente autora e das referências. Foi calculada a força sobre o cilindro, em cada instante de tempo. A direção da força oscila, mas é predominantemente para cima e para jusante. Os valores máximos de força são atingidos na fase impacto do escoamento, e as maiores oscilações na direção da força se dão na fase quase-estável. Tempo após a passagem da corrente, no caso *lock-exchange*, a flutuação das forças atenua-se. O escoamento é visualizado por meio de campos de velocidade e concentrações, onde é possível observar os vórtices de Von Kármán e as instabilidades de Kelvin-Helmholtz.