

USP-Universidade de São Paulo  
Escola Politécnica  
Departamento de Engenharia Mecânica  
SISEA Laboratório de Sistemas Energéticos Alternativos

Separação supersônica do dióxido de carbono de gás natural.  
Concepção, construção e avaliação de um protótipo.  
Pesquisa de Doutorado – Período 2017-2021

Responsável:

**Eng. MSc. Julián Camilo Restrepo Lozano**

**LinkedIn:** <https://bit.ly/2RUID3L>

**Contato:** [restrepo@usp.br](mailto:restrepo@usp.br)

Graduado em Engenharia Mecânica pela *Universidade Distrital Francisco José de Caldas* (Bogotá, Colômbia) (2013), Mestre em Engenharia de Energia pela Universidade Federal de Itajubá (2016). Doutorando em Engenharia Mecânica opção Energia e Fluidos. Têm experiência na área de Engenharia Mecânica em desenvolvimento de motores Stirling, projeto mecânico de bombas centrifugas, sistemas de bombeamento e produção de combustíveis com energia solar térmica.

O SISEA desde sua criação foca-se no desenvolvimento de processos ou equipamentos que permitam o desenvolvimento sustentável e econômico das organizações para produção de bens e serviços. Seguindo essa diretriz, foi estabelecido um projeto em conjunto entre a Royal Dutch Shell e a Fapesp visando a diminuição do conteúdo de dióxido de carbono no gás natural presente nos poços de petróleo dos campos de extração da camada de pré-sal. Estas camadas, constituem reservas essenciais para o desenvolvimento e independência energética brasileira. No entanto como pode-se observar na Fig. 1, o teor de dióxido de carbono nesses poços pode atingir valores de até 80%, teores muito altos que dificultam a viabilidade econômica da operação do poço.

Escoamentos conduzidos com velocidades acima da velocidade do som, são denominados supersônicos. Este tipo de escoamento possui características especiais entre elas, a possibilidade de redução da temperatura do escoamento por si próprio. A mistura gás natural com CO<sub>2</sub> ao passar para o regime supersônico permite que o CO<sub>2</sub> condense para o estado líquido sendo assim separado do gás natural.

O projeto de um separador supersônico estabelece grandes desafios de caráter experimental e teórico. A situação problema envolvida na utilização deste dispositivo contém a operação em águas profundas o que implica em um projeto robusto o suficiente para atuar nas severas condições de extração do petróleo nessa situação e também atendendo aos requisitos de mínima perda de carga e máxima taxa de recuperação de CO<sub>2</sub>.

A alta complexidade desta situação problema e o tempo escasso que se tem para mitigar a questão do aquecimento atmosférico levou ao RCGI (Research Centre for Gas Innovation), sediado em São Paulo, há propor uma estrutura de projetos correlatos para enfrentar a questão de separação do CO<sub>2</sub>. O projeto desenvolvido no SISEA, aqui

descrito, é o de número 44 (Laboratory for tests of supersonic gas separator technologies – infrastructure) desta estrutura de estudo.

Faz parte deste trabalho a concepção, projeto e construção do laboratório que possa permitir a avaliação do protótipo de separador Supersônico de CO<sub>2</sub> da corrente de gás natural. Os resultados obtidos com os experimentos a serem conduzidos serão a referência de dados que alimentarão os estudos de simulação computacional que estão sendo desenvolvidos no projeto 39 (Development of gas supersonic separators – optimisation, numerical simulation and experiments) com outros pesquisadores envolvidos, este último projeto se fundamenta com ferramentas da mecânica de fluidos computacional e técnicas de otimização.

A Fig. 2 mostra uma concepção da infraestrutura laboratorial que vai ser construída no SISEA e que permitirá trabalhar com misturas de CO<sub>2</sub> com um teor de até 50% e pressões de estagnação de até 45 bar.

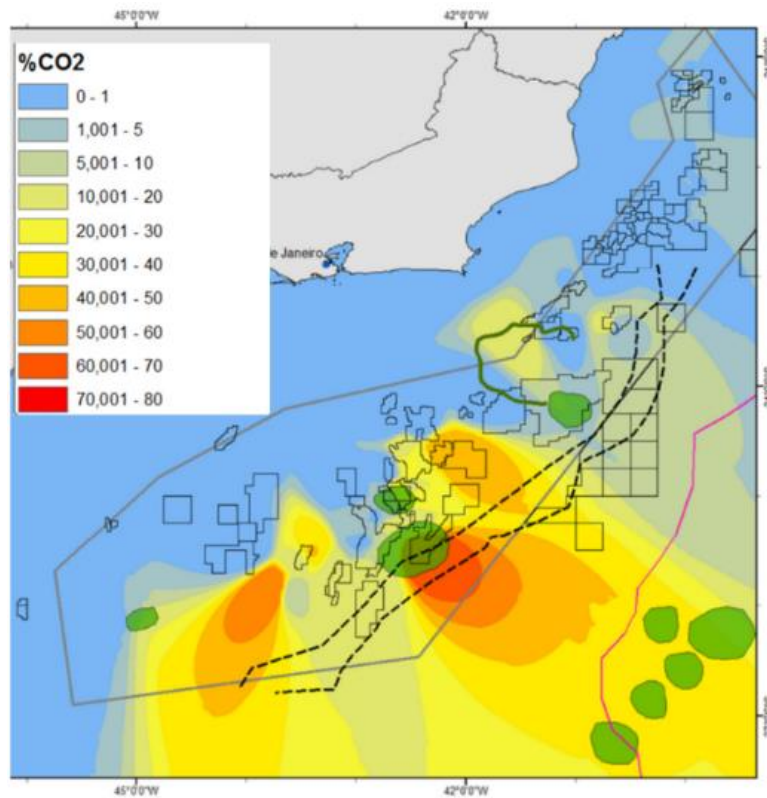


Figura 1. Teor de CO<sub>2</sub> existente no gás natural para os poços da camada de Pré-Sal, Referência (<https://bit.ly/2E3aUQK>).

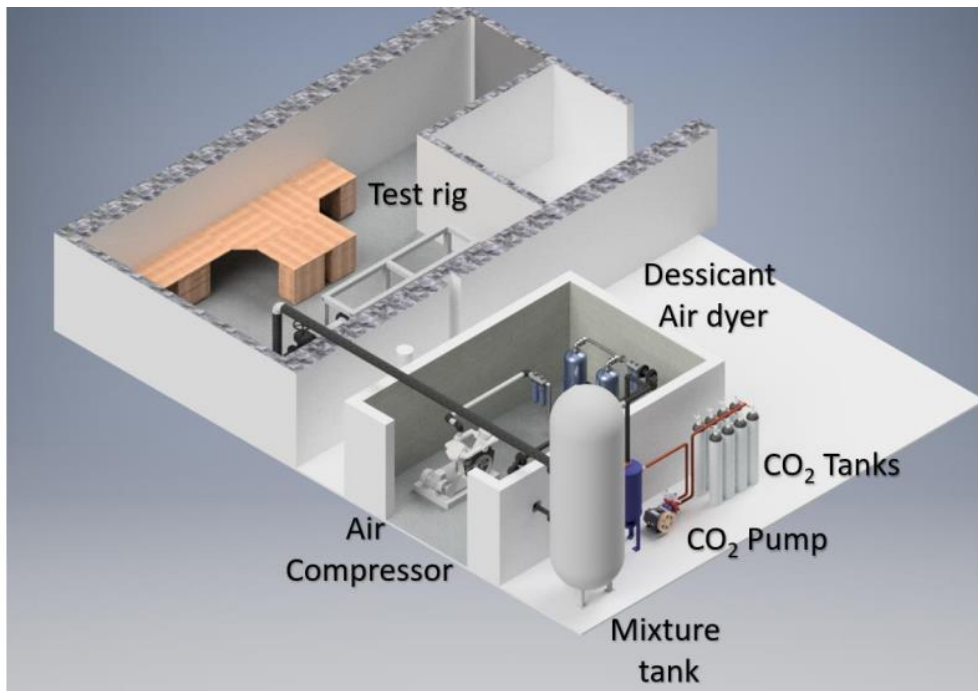


Figura 2. Concepção da Infraestrutura laboratorial em construção no SISEA.