

**Universidade Federal de Santa Catarina**  
**Atividades de Pesquisa**  
**Formulário de Tramitação e Registro**

Situação: **Aprovação/Depto Coordenador**  
 Protocolo nº: **2014.0515**

|         |   |
|---------|---|
| Título: | Estudo Numérico e Experimental da Termo-fluidodinâmica de Bombas Multifásicas de Duplo Parafuso   |
| Resumo: | <p>O bombeamento de misturas multifásicas, sem a separação prévia das fases, é extremamente atrativo em qualquer processo industrial, uma vez que, além da eliminação dos separadores, o bombeamento é realizado por uma única máquina, ao invés de uma bomba e um compressor, reduzindo assim os custos de instalação, manutenção etc. Em particular, em aplicações em águas profundas para bombeamento a partir do leito marinho, onde certamente estes aspectos são ainda mais relevantes, tornam o bombeamento multifásico uma necessidade, mais do que uma opção. Bombas de duplo parafuso podem operar em rotações e vazões relativamente altas, em comparação com outras bombas de deslocamento positivo. Este tipo de bomba vem sendo utilizado pela indústria do petróleo em processos de transferência de fluidos e são capazes de lidar adequadamente com frações de gás relativamente altas, quando as relações de pressão entre saída e a entrada não são muito elevadas. A operação de Bombas de Duplo Parafuso com relações de compressão da ordem de até 10, com frações de gás de até 80%, é factível, embora a eficiência energética ainda é muito baixa. Entretanto, em casos de altas frações volumétricas de gás (GVF maiores que 80%), como o esperado na produção nos poços do pré-sal, devido à composição dos fluidos a serem produzidos, e com relações de compressão muito elevadas, como as necessárias em aplicações em águas profundas em geral, o bombeamento multifásico se apresenta ainda como um importante desafio tecnológico. Equipamentos para operação em campo certamente requerem flexibilidade e robustez na operação, sendo capazes de lidar, por exemplo, com escoamentos intermitentes, que apresentam frações de gás, desde muito baixa até praticamente 100%, assim como lidar com as mudanças naturais dos tipos e composições dos fluidos produzidos ao longo da vida dos poços. Além disso, como já colocado, mesmo nas condições em que as bombas operam adequadamente, o a própria característica deste tipo de bombas de deslocamento volumétrico constante, implica em um retorno de líquido (que será mais significativo, na medida que aumentam as relações de pressão e as frações de gás), que depleta a eficiência da bomba. Embora o consumo energético não é o principal problema, frente ao benefício do bombeamento multifásico, este processo, principalmente em poços com produção de areia, leva a desgastes excessivos do equipamento, aumentando a necessidade de manutenção. Por fim, o horizonte futuro da produção em águas profundas e ultra-profundas, é o bombeamento ao longo do leito marinho sem tratamento prévio dos fluidos produzidos, diminuindo o número de plataformas necessárias em uma determinado campo ou até mesmo, o bombeamento direto para superfície on-shore para tratamento em terra (o conceito "subsea to shore" ou "subsea to somewhere"). Neste contexto, sistemas de bombeamento capazes de lidar de forma robusta com diversas condições de operação, principalmente em termos de frações de gás e altas relações de pressão se tornarão uma necessidade. Neste cenário, estudos fluido-termodinâmicos que possam levar ao melhoramento da tecnologia de forma a diminuir os custos de operação e manutenção, diminuir a frequência de intervenção, extremamente custoso em águas profundas e ultra-profundas, entre outros fatores, são extremamente justificados e necessários.</p> <p>O principal objetivo deste projeto é o estudo termo-fluidodinâmico, teórico e experimental, do escoamento multifásico em bombas de duplo parafuso, visando o estudo e otimização do processo de compressão em degrau, utilizando duas bombas em série acionadas por um diferencial mecânico. Este estudo procura o desenvolvimento de novos produtos e/ou condições operacionais que otimizem (ou, em alguns casos, viabilize) a utilização deste tipo de bomba para transferência de fluidos em misturas com alto teor de gás, operando com altas relações de compressão. Como será detalhado nas seções subseqüentes, a consecução deste objetivo implicará nas seguintes metas parciais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Desenvolvimento de um modelo termodinâmico global do bombeamento multifásico, baseado em balanços integrais de massa e energia na bomba, e sua aplicação a um sistema de duas bombas operando em série, acionadas por um diferencial mecânico</li> <li>* Desenvolvimento de um modelo simplificado, baseado em balanços locais nas cavidades, do escoamento em uma bomba de duplo parafuso, considerando a termodinâmica do processo de compressão multifásica</li> <li>* Implementação de um modelo simplificado de Dinâmica dos Fluidos</li> </ul> |

|  |   |
|--|---|
|  | Computacional - CFD, considerando uma geometria simplificada da bomba<br>* Estudo experimental da operação de bombas em série com diferentes rotações, para compressão multifásica com altas relações de compressão, incorporando o conceito de "compressão isométrica em degrau" |
| Palavras chave:<br>(máximo 5)  | Bombeamento multifásico; Bomba de duplo parafuso; Compressão em degrau; Diferencial mecânico  |
| Grande Área do conhecimento:   | Engenharias   |
| Área do conhecimento:  | Engenharia Mecânica   |
| Nome do Grupo de Pesquisa:<br>(CNPq - Diretório)                                   | SINMEC  |
| Está vinculado a outro projeto de pesquisa?  |   |
| Período de realização:   | 01/06/2014 a 31/05/2016   |
| A atividade receberá algum aporte financeiro?:                                     | Sim   |
| Orçamento Total:   | R\$ 1.209.698,33  |
| Financiador:   | Outro   |
| Especificar financiador:   | PETROBRAS   |
| Propriedade Intelectual<br>(o resultado do projeto é ou poderá ser protegido por): |   |

☛ Envolvidos neste projeto de pesquisa

|   |                         |
|---|-------------------------|
| <b>Coordenador</b>                                |                         |
| Nº do SIAPE:                                      | 2544744                 |
| Nome do Coordenador:                              | Emilio Ernesto Paladino |
| CPF do Coordenador:                               | 644647922               |
| Departamento:                                     | CAMPUS DE JOINVILLE     |
| Centro:   | CAMPUS DE JOINVILLE     |
| Regime de trabalho:                               | DE                      |
| Fone de contato:                                  | 37219562                |
| E-mail:   | paladino@sinmec.ufsc.br |
| Carga horária semanal nesta atividade:            | 9 horas                 |
| Receberá remuneração nesta atividade de pesquisa? | Sim                     |
| Valor da remuneração:                             | 123.552,00              |

|  |     |
|--|-----|
| Você gostaria de participar do guia de fontes da UFSC? | Sim |
|--|-----|

|  |     |
|--|-----|
| Outros prof. ou servidores da UFSC envolvidos? | Sim |
| Alunos da UFSC envolvidos?                     | Sim |
| Pessoas externas à UFSC envolvidas?            | Sim |

**Participantes**

Participante: ANTONIO FABIO CARVALHO DA SILVA CTC-DEPTO DE ENGENHARIA MECANICA

Participante: CLOVIS RAIMUNDO MALISKA CTC-DEPTO DE ENGENHARIA MECANICA

**Outras Considerações**

O projeto será executado no Laboratório SINMEC/EMC e no Instituto do Petróleo no SAPIENS Parque, Canasvieiras, Florianópolis.

Nº do Processo: 2014.0515