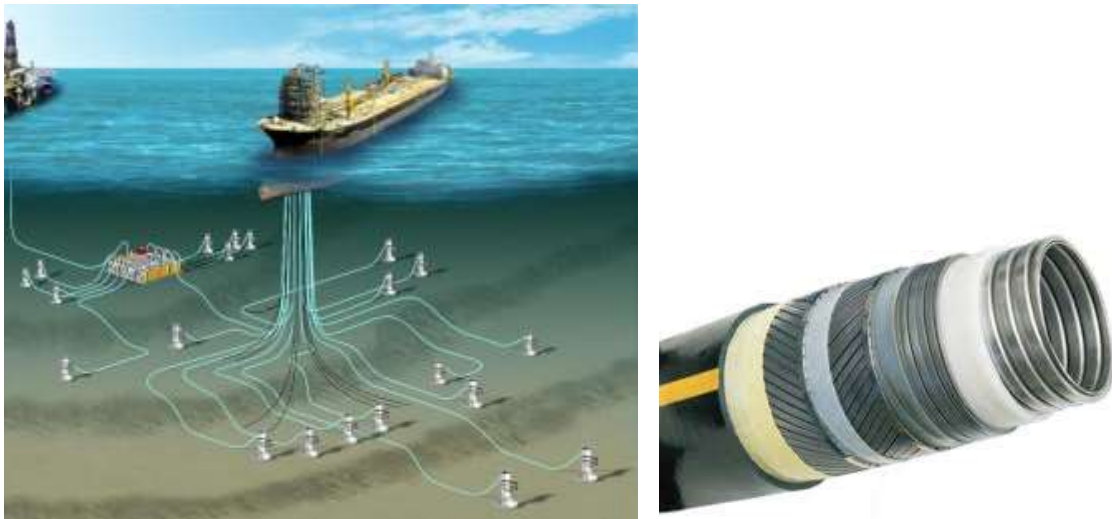


## Trabalho Final

**Data de entrega da versão escrita: 8/7/2019(no Depto); Apresentações: 9/7/2019**

A produção de petróleo em águas profundas utiliza com frequência arranjos submarinos como o apresentado na figura. Nestes arranjos, linhas submarinas flexíveis com alguns quilômetros de comprimento são utilizadas para conduzir o petróleo da cabeça dos poços no fundo do mar até as plataformas de produção na superfície.



Estas linhas são formadas por diversas camadas de malhas de aço e polímeros que conferem resistência mecânica e estanqueidade à linha, como mostra a figura. Um problema relevante na utilização destas linhas está relacionado com a perda de calor para o ambiente marinho, normalmente a uma temperatura em torno de 5°C. O petróleo sai da cabeça do poço no fundo do mar com temperatura da ordem de 60°C. À medida que escoar pelas linhas, perde calor para o ambiente marinho. Se uma determinada temperatura crítica for atingida, depósitos de parafina podem ser formados na superfície interna da linha, diminuindo a produção, ou até mesmo bloqueando totalmente o fluxo, causando prejuízos significativos. Para evitar este problema, linhas flexíveis são isoladas termicamente. O conhecimento da condutividade térmica equivalente das linhas é importante para o projeto adequado dos sistemas submarinos. O objetivo deste estudo é projetar um experimento para a medição do coeficiente de troca térmica de uma amostra de linha isolada.

Apresente um projeto completo para um experimento destinado a medir o coeficiente de troca térmica de uma linha isolada para aplicação submarina.

A linha submarina a ser estudada tem diâmetro interno de 150 mm e diâmetro externo de 250 mm. O valor de projeto para o coeficiente de troca térmica condutivo da linha é de 2,8 W/m°C. Este é o valor que deve ser verificado experimentalmente.

A linha deverá ser ensaiada para níveis de pressão externa de 0 a 200 bar. Para isso, uma amostra de 4 metros será colocada em uma câmara hiperbárica com água que será pressurizada.

O coeficiente de troca térmica a ser medido é conhecido na literatura pela sigla TEC (*Thermal Exchange Coefficient*) e é definido como,

$$TEC = \frac{q_{radial}}{L(T_i - T_e)}$$

onde,

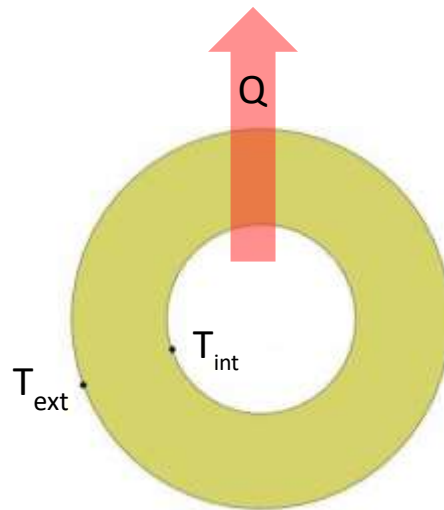
$TEC$ : coeficiente de troca térmica condutiva,  $W/m^{\circ}C$

$q_{radial}$ : fluxo calor radial através da linha,  $W$

$L$ : comprimento da linha (m)

$T_i, T_e$ : temperatura das paredes interna e externa ( $^{\circ}C$ )

O  $TEC$  deve ser medido com uma incerteza experimental de  $\pm 3\%$ .



O projeto apresentado deve abordar os seguintes pontos:

1. Análise de incerteza experimental detalhada para demonstrar a viabilidade de se atingir a incerteza de  $\pm 3\%$ .
2. Projeto térmico, incluindo: dimensões da amostra, estimativa de perdas de calor por fios e isolamento, isolamento, projeto de aquecimento, etc.
3. Projeto da instrumentação, incluindo relação de sensores e instrumentos selecionados, com a devida justificativa de sua escolha.
4. Apresentação do procedimento de redução de dados
5. Apresentação do procedimento experimental a ser adotado

Para referência, abaixo é apresentado um resultado típico esperado dos ensaios mostrando a variação do TEC com a pressão.

