

# 1 Introdução

## 1.1. Motivação e objetivo

Dados os elevados custos de aluguel de sonda, o tempo não produtivo (NPT) durante a perfuração de poços de petróleo pode ser responsável pela perda de milhões de dólares, principalmente em atividades *offshore*. O estudo das causas do NPT vem sendo tema de trabalhos diversos (Moazzeni *et al.*, 2010; Dupriest *et al.*, 2011; Rosero, 2013), que discutem o fato de que o mesmo pode ser removível ou não (Moazzeni *et al.*, 2010). As instabilidades de poços são classificadas como NPT removível pela aplicação de bons modelos geomecânicos (MEM) na elaboração de projetos de poços.

A má previsão da pressão de poros pode ser responsável por instabilidades diversas e conseqüentemente gerar não só NPT como riscos ainda mais elevados de segurança de poço, como a perda definitiva de poços (como nos estudos de Seymour *et al.* (1993), Zilberman *et al.* (2001) e Wilson e Fredrich (2005)), ou mesmo riscos ambientais e perdas de vidas humanas (sonda Deep Water Horizon em 2010 no GoM – Golfo do México) em campos geologicamente complexos. Entende-se aqui como complexo um ambiente geológico em que se faz difícil ou mesmo impossível a previsão por métodos convencionais de previsão.

O objetivo do presente trabalho é o estudo de técnicas de modelagem que auxiliem na previsão mais abrangente do cenário de pressão de poros em ambientes de geologia complexa, em especial as bacias evaporíticas. Esse ganho nas previsões pode auxiliar na redução do NPT durante a perfuração de poços nestes campos.

Para alcançar esse objetivo a revisão bibliográfica foi estruturada em três linhas: métodos convencionais e não convencionais de previsão de pressão de poros; geologia e desafios de perfuração em bacias evaporíticas; estudos de caso realizados nestes ambientes. Para escolher as técnicas de modelagem a propor como possíveis soluções desses problemas de previsão, foram analisados os mecanismos geradores de pressões anormais, os principais riscos associados à

perfuração através (ou ao redor) de evaporitos e o potencial dos métodos de previsão existentes.

Duas técnicas foram então selecionadas para maior aprofundamento neste trabalho (modelagem geológica-geomecânica 3D e modelagem de bacias) por usarem a representação geológica do campo ou bacia como base fundamental de seu fluxo de trabalho. Como os mecanismos geradores de pressões anormais estão diretamente associados a processos e eventos geológicos, essas técnicas apresentam grande potencial na previsão de pressões em campos em que métodos convencionais 1D podem não ser suficientes.

As duas técnicas, contudo, possuem conceito mais abrangente que estudos convencionais, e não se tratam exclusivamente de metodologias de previsão de pressão de poros. A modelagem geológica geomecânica 3D tem por objetivo a representação espacial da geologia de subsuperfície e suas propriedades físicas, tendo a caracterização de reservatórios como sua principal (e pioneira) aplicação para. Notado seu potencial também para fins de perfuração de poços, Marchesi e Fontoura (2010), Marchesi *et al.* (2014), Araújo *et al.* (2010) e Rosero (2013) apresentam abordagens de estudos de modelagem nesta linha.

Já a modelagem de bacias foi desenvolvida para fins exploratórios, com o intuito de previsão de reservas de hidrocarbonetos (Hantschel e Kaurealf, 2009). Para prever a geração e a migração dos HCs, contudo, é preciso prever também a evolução da porosidade dos sedimentos da bacia, a pressão do fluido presente nos poros, a temperatura e a permeabilidade relativa, de forma a aplicar a Lei de Darcy em ambiente multifásico e analisar potenciais caminhos de migração e acúmulo desses HCs. Nota-se, portanto, que apesar de não ser o objetivo principal da modelagem de bacias, uma de suas variáveis de saída automáticas é a pressão de poros.

Esta tese explora o potencial das duas técnicas para a previsão de pressão de poros, propondo aplicações e/ou adaptação de metodologias para este fim. Neste sentido, são abordados em sequência, para as duas técnicas: conceitos gerais, fluxo de trabalho, modeladores disponíveis, estudos de caso da literatura, metodologia (ou aplicação) proposta e estudos de caso representativos de campos reais.

## **1.2. Estrutura da proposta de tese**

Este trabalho apresenta duas grandes vertentes de modelagem computacional úteis à previsão de pressão de poros, portanto, para esta abordagem paralela, é assim estruturada:

O Capítulo 1 compreende a motivação e o objetivo do estudo deste tema, e apresenta a estrutura em que esse texto se encontra distribuído.

O Capítulo 2 aborda os conceitos gerais dos métodos de previsão de pressão de poros existentes e os desafios de perfuração de poços de petróleo em bacias sedimentares com a presença de corpos salinos. Também neste capítulo são apresentados alguns estudos de caso desenvolvidos nesses ambientes complexos, discutindo-se pontos fortes e fracos de cada abordagem.

O capítulo 3 apresenta uma revisão sobre a modelagem geológica geomecânica 3D (abordando conceitos, metodologia global e softwares comerciais disponíveis para sua aplicação) e a metodologia proposta para sua aplicação ao tema de previsão de pressão de poros. O capítulo 4 trata da aplicação da metodologia proposta a um estudo de caso.

Os capítulos 5 e 6 tratam da segunda técnica de modelagem aqui abordada, a modelagem de bacias, seguindo a mesma estrutura de abordagem dedicada à modelagem geológica geomecânica.

O capítulo 7 apresenta as conclusões obtidas neste estudo e as sugestões para trabalhos futuros neste tema.

Após o capítulo de conclusões são apresentadas as referências bibliográficas.