

1 Introdução

1.1.Motivação

Os reservatórios de hidrocarbonetos em rochas carbonáticas representam aproximadamente 50% da produção mundial de petróleo e têm por característica marcante sua complexidade, uma vez que são bastante heterogêneos. Um exemplo marcante destes reservatórios é o campo petrolífero Ghawar, na Arábia Saudita, onde são extraídos, em média, 5 milhões de barris de petróleo por dia, a partir dos reservatórios carbonáticos *Arab D* (Ameen *et al.*, 2009).

No Brasil, as rochas carbonáticas ganharam um grande enfoque com a descoberta dos reservatórios carbonáticos do pré-sal. Entender e caracterizar estes reservatórios, que têm apresentado baixas taxas de penetração, conforme cita Milani (2010), exigirá grandes esforços em pesquisa e desenvolvimento.

A maior parte destes esforços estão concentrados em instituições de pesquisa. Um dos centros proeminentes é a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que em fevereiro de 2010, em conjunto com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Universidade Federal Fluminense (UFF) e a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), assinaram com a Petrobrás um protocolo de intenções para pesquisas voltadas ao pré-sal. Nestas instituições, a modelagem física do reservatório é realizada através do emprego dos dados geofísicos obtidos durante a fase de exploração, com a utilização de pacotes computacionais. A modelagem geomecânica é efetuada através de ensaios realizados em corpos de prova extraídos de testemunhos. Os testemunhos são obtidos através de processos de amostragem durante a perfuração do poço. A depender da profundidade de interesse, esta é uma operação demorada e onerosa, visto os altos custos envolvidos no processo de perfuração, posto que é necessário retirar toda a coluna de perfuração e inserir uma nova com o amostrador em sua extremidade. Desta forma, a obtenção de um testemunho para realização de pesquisas nem sempre é viável.

Alternativamente, a avaliação do comportamento geomecânico da formação pode ser conduzida em amostras de rochas análogas. No caso das

rochas do pré-sal geralmente são utilizadas amostras de travertinos e estromatólitos. Face aos poucos estudos já realizados até então e dada a importância de um melhor conhecimento dos reservatórios do pré-sal, faz-se necessária uma investigação sobre as características desta rocha carbonática.

1.2. Objetivo

O objetivo deste trabalho visou à caracterização geológica e geomecânica de rochas análogas ao pré-sal, com foco na otimização da perfuração, envolvendo a elaboração de uma metodologia de trabalho e sua aplicação prática.

O desenvolvimento desta pesquisa consistiu basicamente em três etapas fundamentais: Etapa Preliminar, Etapa de Caracterização e Etapa de Correlações. A Etapa Preliminar foi composta pela revisão bibliográfica, definição de análogos e aquisição de amostras.

Inicialmente, foi necessário um estudo bibliográfico sobre a origem, características e classificações das rochas carbonáticas, focando as rochas do pré-sal. Adicionalmente foi realizada uma revisão sobre os principais parâmetros de interesse e os tipos de ensaios para a caracterização geológica e geomecânica das rochas carbonáticas. Finda esta etapa, foram definidos os análogos às rochas do pré-sal que seriam estudados, considerando características como: textura, composição mineralógica, agentes formadores das rochas e resistência.

Os travertinos romanos foram escolhidos por apresentarem textura e porosidade similares à fácies do reservatório carbonático do pré-sal. Pesou ainda nesta escolha a facilidade de obtenção de amostras em marmorarias da Cidade do Rio de Janeiro. Já os travertinos turcos foram empregados por possuírem características similares aos travertinos romanos e também apresentarem fácil obtenção em marmorarias. Os travertinos fitados de Itaboraí foram escolhidos devido à presença de quartzo em sua composição e de sua aparente resistência, o que ocorre em fácies do reservatório do pré-sal.

Definido os análogos, a etapa seguinte consistiu na coleta de amostras representativas a fim de caracterizá-las.

No decorrer da Etapa de caracterização geológica e geomecânica foram realizados os ensaios de porosidade e resistência e as análises mineralógicas, químicas, texturais e diagenéticas, bem como a classificação destes materiais quanto à textura e aos tipos de poros.

Finda a caracterização, deu-se início à Etapa de interpretação dos resultados, onde buscou-se correlacionar os parâmetros e propriedades obtidos. Nesta etapa foram realizadas as correlações dos parâmetros encontrados a partir dos ensaios de caracterização, na tentativa de obter os parâmetros que mais influenciam a resistência do material. Os gráficos de correlações encontrados nesta pesquisa foram comparados com os gráficos de correlações em rochas carbonáticas disponíveis na literatura.

1.3.Estrutura da Dissertação

A dissertação está organizada em seis capítulos. A seguir descrevem-se brevemente os assuntos que serão abordados em cada um deles.

- **Capítulo 1 – Introdução**

Neste capítulo é apresentado o tema e a motivação deste trabalho, além do objetivo e da estrutura da dissertação.

- **Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica**

Na revisão bibliográfica foi abordada a definição e as diferentes classificações existentes para as rochas carbonáticas, especialmente os travertinos. Também foram citados e explicitados os parâmetros de interesse para a caracterização de rochas carbonáticas e os ensaios disponíveis na literatura para a obtenção destes parâmetros e suas correlações.

- **Capítulo 3 – Geologia**

O terceiro capítulo descreve a geologia da formação das rochas do pré-sal e as bacias sedimentares que contém estes reservatórios, além da geologia das rochas análogas propostas.

- **Capítulo 4 – Materiais e Métodos**

O quarto capítulo apresenta os materiais utilizados e a metodologia de trabalho proposta para a caracterização geológica e geomecânica dos materiais rochosos, que constitui o programa experimental desta pesquisa. Neste capítulo também foi descrita a metodologia de cada ensaio realizado para a obtenção dos parâmetros necessários para caracterizar os materiais.

- **Capítulo 5 – Discussões dos Resultados**

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos através do programa experimental realizado.

- Capítulo 6 – Conclusões

O capítulo final apresenta as principais conclusões deste trabalho e indica algumas sugestões para trabalhos futuros neste tema.

- Referências Bibliográficas

Lista dos materiais consultados para a elaboração desta dissertação.

- Apêndices

Devido ao grande número de figuras geradas nesta dissertação, algumas delas foram direcionadas para os apêndices.