

## 6 Conclusões e Sugestões

### 6.1. Conclusões

Foi proposta uma metodologia de trabalho através da qual foi realizado um estudo de viabilidade para verificar os efeitos da dispersão na análise *time-lapse*. Essa metodologia, que inclui simulação de reservatórios, *upscaling*, transformações de física de rochas e modelagem sísmica, foi integrada através de um código criado no MATLAB®, permitiu a construção de sismogramas e seções de contraste que mostraram o avanço da frente de fluido de acordo com os mapas obtidos da simulação de fluxo.

Para as situações propostas (tipos de rocha e fluido, condições de pressão e temperatura), concluiu-se que identificar o padrão de saturação é fundamental no processo de substituição de fluidos. A natureza da distribuição dos hidrocarbonetos no reservatório afeta a estimativa das reservas recuperáveis e as propriedades elásticas da rocha. Particularmente, em cenários de recuperação secundária, o grau de heterogeneidade depende do tipo de fluido de injeção, permeabilidade relativa, molhabilidade e razão de mobilidade, entre outros. A avaliação do impacto desses parâmetros demonstra a necessidade de incluir, nas estratégias de previsão das variações esperadas nos atributos sísmicos, os efeitos dos padrões de saturação nos estudos de viabilidade de execução de sísmica *time-lapse*.

Para os casos modelados, concluiu-se que levar em conta a dispersão da velocidade influencia na análise *time-lapse*. Isso foi observado a partir das diferenças encontradas nas seções sísmicas calculadas com o modelo de Gassmann, que não considera a dispersão da velocidade compressional, e as obtidas com o modelo de Mavko & Jizba, que leva em conta a dispersão da velocidade devido à perturbação da onda. Além disso, o efeito da dispersão de  $V_p$  foi evidente na análise do comportamento da velocidade compressional com a saturação de gás. Também, a análise do comportamento da velocidade

compressional segundo a distribuição do fluido realizada com o modelo de Gassmann indica que rochas com altos valores de porosidade apresentam menor sensibilidade da velocidade compressional à substituição de fluido.

A tortuosidade influencia muito na resposta sísmica quando é levada em conta a distribuição do fluido no meio poroso. De fato, a tortuosidade determina o comportamento da velocidade segundo o tipo de fluido e sua distribuição no meio poroso. Seções de contraste calculadas com tortuosidade de 2 e 2,5 fornecem resultados mais precisos, independentemente da porosidade e do tipo de fluido injetado. No entanto, valores de tortuosidade entre 2 e 2,5 indicam comportamentos pouco realistas no que tem a ver com a variação da  $V_p$  com a saturação de gás. Isso sugere que realizar estudos *time-lapse* envolvendo distribuição do fluido é essencial para conseguir resultados mais confiáveis.

No estudo realizado observou-se que a resposta sísmica varia, entre outros, segundo o tipo de fluido injetado. Por esse motivo, infere-se que através da análise do efeito da substituição com diversos fluidos na resposta sísmica poderiam se conseguir informações adicionais sobre o fluido do reservatório. Conseqüentemente, análises *time-lapse* viabilizariam a estimativa das propriedades do fluido *in situ* a partir do conhecimento das propriedades do fluido que está sendo injetado.

## **6.2. Sugestões**

O presente trabalho foi realizado considerando um caso ideal onde não existem limitações de qualidade do dado. Uma sugestão seria fazer um estudo que incluía ruído para se esclarecer até onde as diferenças encontradas são mascaradas por baixa qualidade do sinal. Na prática, quando a aquisição é feita, o sinal contém ruído de diversas origens que poderia mascarar as diferenças entre os modelos.

Uma proposta interessante seria fazer a análise apresentada neste trabalho para reservatórios de espessura menor com o objetivo de verificar de que maneira a dispersão se apresenta nas modelagens sísmicas para estes cenários.

Outra sugestão seria fazer a análise levando em conta o efeito da pressão do reservatório na velocidade compressional para torná-la mais realista e para

verificar até onde a simplificação desse parâmetro feita neste trabalho estaria conduzindo a erros na modelagem sísmica.

A metodologia proposta poderia ser aplicada para observar o efeito que teria determinado parâmetro ou fenômeno na modelagem sísmica *time-lapse*. Um exemplo disso seria o cenário de um reservatório com compressibilidade alta, onde o efeito geomecânico é relevante de se analisar.