

## Conclusões e Sugestões

### 9.1.

#### Conclusões

Esta tese apresentou uma nova metodologia de previsão de pressão de poros em rochas-reservatório, onde os atributos sísmicos  $V_p$  e  $V_s$  são considerados de forma conjunta. Na metodologia proposta, a transformação dos atributos em pressão de poros é concebida através de uma abordagem Bayesiana de inversão, sendo que o algoritmo de Metropolis-Hastings é utilizado para amostrar aleatoriamente a distribuição *a posteriori* da pressão de poros.

Para realizar a ligação dos atributos sísmicos com a pressão de poros, um modelo de física de rochas, calibrável para formação em estudo, foi desenvolvido. Essencialmente, este modelo se baseia em relações empíricas de velocidades de rocha seca com porosidade, conteúdo de argila e pressão diferencial e nas equações de substituição de fluidos de Gassmann.

Para a realização de testes com a metodologia, outros dois modelos foram apresentados, permitindo a consideração do estado de consolidação da rocha-reservatório no modelo principal. Para a modelagem da rocha não consolidada, o modelo teórico de Hertz-Mindlin foi utilizado, enquanto que para a modelagem da rocha consolidada, as relações empíricas Eberhart-Phillips et al. (1989) e o modelo de propagação de ondas em meios saturados de Biot foram utilizados.

Como parte da metodologia, foi proposta a calibração do modelo de física de rochas através de ensaios laboratoriais em amostras retiradas dos reservatórios da região. Também como parte da metodologia, foram sugeridos procedimentos para a obtenção de informações *a priori* sobre os principais parâmetros do modelo.

Através de exemplos sintéticos de aplicação, demonstrou-se que o sucesso da previsão de pressões de poros através de  $V_p$  e  $V_s$  depende de uma série de fatores, como as incertezas associadas aos atributos sísmicos, as informações *a priori* sobre os

parâmetros de rocha e fluido, de quão sensíveis são as velocidades da rocha perante a variação de pressão diferencial e do estado de pressões de poros no campo. Para os casos de uma alta pressão de poros, foi observado que as incertezas associadas às pressões estimadas são menores.

Também através de experimentos sintéticos, avaliou-se a contribuição que o atributo  $V_s$  pode oferecer na previsão de pressão de poros, que convencionalmente é feita através do atributo  $V_p$ . Ficou demonstrado que essa contribuição depende significativamente do estado de consolidação da rocha e das incertezas associadas ao atributo.

Para uma situação de rochas não consolidadas, foi observado que o atributo  $V_s$  pode contribuir significativamente na previsão de pressão de poros, mesmo que este apresente um nível relativamente grande de incertezas associadas (digamos o dobro de incertezas associadas ao atributo  $V_p$ ).

Para uma situação de rochas consolidadas, observou-se, em primeiro lugar, que a previsão de pressão de poros através dos atributos  $V_p$  e  $V_s$  apresenta maiores incertezas, e que talvez sejam comuns os casos em que pouco se possa descobrir sobre a pressão de poros na formação. Em segundo lugar, observou-se que a contribuição do atributo  $V_s$  no caso de rochas consolidadas não é tão significativa quanto no caso de rochas não consolidadas. No exemplo de previsão analisado, a contribuição de  $V_s$  na previsão só pôde ser observada quando pequenas incertezas foram associadas ao atributo.

A diferente contribuição do atributo  $V_s$  para os casos de rocha consolidada e não consolidada foi explicada pelas seguintes razões. Em primeiro lugar, as velocidades cisalhantes de rochas não consolidadas são mais sensíveis à variação de pressões de poros. Em segundo lugar, a restrição imposta pelo atributo  $V_s$  na inversão, considerando as incertezas associadas ao fluido de saturação, é mais forte no caso de rochas não consolidadas, uma vez que as velocidades compressoriais dessas rochas são bem mais sensíveis ao fluido de saturação.

## 9.2.

### Sugestões para trabalhos futuros

Em primeiro lugar, a sugestão mais natural é a validação da metodologia proposta através de casos reais de previsão de pressão de poros. Apresentam-se interessantes os campos onde existem diferentes compartimentos de pressão, característica que permitiria uma melhor avaliação da metodologia.

Observa-se também, que para tornar a metodologia mais prática, sugere-se o desenvolvimento de uma metodologia de calibração do modelo de física de rochas através de informações obtidas em perfis de poços, ou até mesmo uma metodologia de calibração híbrida, via ensaios em amostras de rocha e perfis de poços.

Para tornar o estudo mais completo, seria interessante também realizar a análise da contribuição de  $V_s$  na previsão de pressão de poros considerando a presença de gases na formação. Nesses cenários, a contribuição de  $V_s$  pode ser ainda mais relevante.

Como uma outra sugestão, propõe-se a análise da contribuição de outros atributos sísmicos na previsão de pressões de poros, como atenuação e densidade, considerando o nível de incertezas associadas a estes atributos.

Deve ser observado também que a metodologia de inversão proposta não se limita à previsão do parâmetro pressão de poros. Através desta mesma metodologia, outros parâmetros como porosidade e saturação de fluidos podem ser inferidos através de  $V_p$  e  $V_s$ .

Por fim, fica sugerido a utilização do modelo de física de rochas proposto nesta tese para aplicações de sísmica 4D, uma vez que muitos dos estudos nesta área desconsideram ou consideram indevidamente o efeito das tensões efetivas nos atributos sísmicos.