

## 5 Considerações finais

O objetivo principal desta dissertação foi analisar a influência da estrutura porosa nas propriedades elásticas das rochas carbonáticas a partir de imagens digitais obtidas de microtomografia. Para tal foi requerido um estudo multidisciplinar, desde a geologia, microtomografia, processamento de imagens, mecânica das rochas, entre outras para o entendimento do problema e encontrar as possíveis alternativas que permitissem a validação da metodologia.

### 5.1. Conclusões

Para realizar este trabalho foram utilizadas tecnologias de ponta e pacotes de software comerciais como *Scan IP* e *ABAQUS*. Durante todo o processo se pode concluir que é possível o estudo de propriedades mecânicas a partir da estrutura porosa de rochas carbonáticas, integrando microtomografia e análises numéricas.

Em relação à obtenção da porosidade através de imagens conclui-se que:

Em todo o processo apareceram algumas limitações. A primeira delas é a aquisição da imagem. Uma imagem com boa resolução permite melhor compreensão da estrutura porosa, neste trabalho a melhor resolução era de 26 micras, o que não permitia observar a porosidade intrapartícula e possivelmente alguma porosidade interpartícula. Assim existe um erro, pequeno, nas medições de porosidade. Apesar disto, a técnica de microtomografia e processamento de imagem apresentaram-se como uma boa alternativa para medição de porosidade, sua maior vantagem é a possibilidade da visualização da estrutura porosa em 3D.

Um ponto que se mostrou crítico na técnica é a limiarização da imagem, separar poros e materiais, este valor pode variar dependendo do operador, gerando diferenças no resultado final. A decisão do limiar exige conhecimento e experiência multidisciplinar em geologia e processamento de imagens.

Em relação à obtenção do módulo de elasticidade com o uso de simulação conclui-se que:

Foi possível observar ao longo do trabalho que os poros maiores (vuggys) são os principais responsáveis pelo comportamento do material quando o mesmo é carregado, também cabe destacar a influência da estrutura porosa nos resultados e observar que a posição dos poros afeta o módulo de elasticidade da amostra.

A capacidade do programa de elementos finitos limita a utilização máxima da resolução das subamostras e é o principal responsável pela reamostragem.

Os dados de entradas de material na análise de elementos finitos, que são retirados da intensidade da imagem, exigem o conhecimento da geologia. Neste trabalho os valores foram arbitrados com o objetivo de testar a técnica nas simulações com mais de um material.

O programa de geração de malhas se provou bastante útil. Na etapa de geração de malhas foi utilizada uma abordagem baseada em construção de elementos a partir de “voxels” gerando tetraedros. Uma abordagem simples, robusta que fornece malhas de boa qualidade.

## **5.2. Recomendações**

Recomenda-se para os trabalhos futuros utilizar as mesmas amostras testadas em laboratório para poder obter uma calibração dos resultados da simulação numérica. Se possível, aumentar o número de amostras com maior range de porosidade.

Para trazer maior confiabilidade à técnica, os valores encontrados nas simulações numéricas devem ser obtidos antes dos resultados de laboratório, para evitar mácula. Ou usar uma amostra para calibração e as demais depois da simulação numérica.

Caso se consiga um bom número de amostras com a mesma porosidade, criar um modelo onde obtenha curvas de módulo de elasticidade relacionadas com a porosidade e estrutura porosa.

Outros ensaios podem ser realizados a partir da técnica estudada neste trabalho, Sugere-se a realização de ensaios brasileiros e triaxiais e dinâmicos. Neste último o controle da resolução e a reamostragem devem ser mais rígidos, uma vez que a microporosidade terá uma representatividade maior nos cálculos.