

1

Problema e Relevância da Pesquisa

A demanda por matéria-prima e energia é crescente na sociedade contemporânea.

Neste cenário em expansão surge também a necessidade do aperfeiçoamento do potencial da matriz energética mundial, aliado a inovações tecnológicas ambientalmente sustentáveis.

O metano extraído de leitos de carvão é uma fonte cada vez mais significativa de gás natural. Durante as últimas duas décadas, operadores nos Estados Unidos têm com sucesso adaptado técnicas utilizadas em campos petrolíferos na produção de metano em camadas profundas de carvão. Em 1996 foi atingida uma produção de 28 milhões de m³ a partir de 6.000 perfurações em CBM (Coalbed Methane), representando 5% da produção total de gás natural nos Estados Unidos. Na Europa, Ásia e Oceania o CBM também já é parte significativa da matriz energética destes locais. (Gale & Freund, 2001)

Historicamente esse metano era considerado um fator de risco para a segurança no processo de mineração do carvão e era ventilado para a atmosfera. Recentemente, porém, as empresas começaram não só a capturar o metano encontrado na mina de carvão como a recuperar o mesmo contido nas jazidas de camada de carvão profundas.

Os leitos de carvão são considerados atraentes como reservatórios de gás, tendo em vista que o carvão é capaz de armazenar de seis a sete vezes mais gás em volume do que as rochas reservatório de gás convencional.

Os mecanismos de produção e armazenamento de gás em camadas de carvão são diferentes comparados aos reservatórios convencionais. O carvão é tanto a rocha geradora como a rocha reservatório de metano, em que a maioria do gás é armazenada no estado adsorvido na superfície do carvão e em quantidades menores, como gás livre no sistema de *cleats*. (Karacan, 1999)

Dentro de um contexto mundial de tendência ao aquecimento global (causado pelas emissões de gases do efeito estufa – principalmente por meio da queima de combustíveis fósseis), tecnologias limpas deverão ser desenvolvidas.

A aplicação dessas tecnologias deverá fazer parte do portfólio da indústria carbonífera como:

- Gaseificação *in situ* de carvão em jazidas não mineráveis;
- Captura e armazenamento de CO₂ em camadas de carvão;
- Extração do metano;
- Recuperação avançada de metano em camadas de carvão por meio da injeção de CO₂ (Enhanced Coal Bed Methane – ECBM)

Por se tratar de assuntos relativamente novos na indústria, diversas instituições de pesquisa desenvolvem trabalhos nesta área.

No Brasil o CEPAC – Centro de Excelência e Pesquisa sobre Armazenamento Geológico de CO₂ em junho de 2009 iniciou um projeto-piloto de recuperação de metano contido em camada de carvão e recuperação avançada de metano, por meio da injeção de CO₂ na camada de carvão. O projeto está situado em Porto Batista (município de Triunfo/RS), na jazida de Charqueadas. Neste local, o carvão se encontra a aproximadamente 320 metros de profundidade. O primeiro poço já foi perfurado e caracterizado, e será utilizado para a injeção de CO₂ em um total estimado de 100 toneladas. Um segundo poço está sendo perfurado, a uma distância de 20 metros do primeiro, e será utilizado para a produção do metano. Este projeto é pioneiro na América Latina, e um dos poucos no mundo visando avaliar o potencial de recuperação de metano do carvão e a capacidade de armazenamento de CO₂ neste meio (Cepac, 2010).

O sucesso nos projetos de CBM/ECBM depende de boa caracterização geológica da camada de carvão. A caracterização geológica abrange os aspectos relacionados às estimativas *in situ* de recursos de carvão e gás contido, aspectos estruturais, hidrogeológicos, geomecânicos e petrográficos. Além dos fatores acima mencionados, os critérios de seleção ainda incluem a relação rocha capeadora com a profundidade de ocorrência das camadas de carvão, além do estudo dos sistemas de *cleat* do carvão e sua relação com a permeabilidade e transporte de CO₂, água e gás contidos e/ou injetados nas camadas de carvão em projetos de CBM/ECBM.

As rochas são materiais geralmente heterogêneos e de comportamento mecânico bastante complexo. Dependendo do tipo de carregamento uma mesma rocha pode se comportar plasticamente, exibindo deformação acentuada, ou abruptamente, falhando mecanicamente e exibindo descontinuidades discretas.

Nessa abordagem, o presente trabalho busca contribuir para um melhor entendimento do comportamento geomecânico do carvão como rocha reservatório.

1.1.Relevância da Pesquisa e Objetivos

O tema proposto para este estudo foi escolhido levando-se em consideração a demanda da indústria carbonífera no sul do país por empregar novas tecnologias para exploração do carvão, além da demanda de diversos setores da indústria de petróleo no que diz respeito ao sequestro geológico de CO₂, visando avaliar o potencial nas camadas de carvão do Brasil.

Este trabalho tem como objetivo principal estudar o comportamento mecânico do carvão. Buscam-se evidências experimentais para um melhor entendimento dos mecanismos que regem o comportamento do mesmo.

Para alcançar este objetivo foram traçadas as seguintes atividades:

- Analisar o comportamento do carvão em termos de tensão-deformação-resistência para diferentes tensões confinantes, como também o comportamento ao longo de ciclos de carregamento e descarregamento;
- Com os resultados de resistência dos ensaios, ajustar envoltórias de resistência de acordo com o critério de Mohr-Coulomb;
- Validar um modelo constitutivo que represente o carvão
- Caracterizar o sistema poroso do carvão.

1.2. Organização do Trabalho

A presente pesquisa foi executada em cinco etapas, a seguir descritas: (1) identificação do problema e objetivos da pesquisa; (2) revisão da literatura existente sobre o assunto; (3) planejamento e execução do programa experimental de laboratório; (4) análise e discussão dos resultados e (5) redação final.

A primeira etapa consistiu na discussão relacionada ao comportamento do carvão, tendo em vista o pouco conhecimento dos envolvidos diante desse material. Uma visita à mina subterrânea de Verdinho em Santa Catarina, pertencente à Mineradora Criciúma S/A, foi feita para melhor compreensão da rocha. A partir daí delimitou-se o projeto de pesquisa.

A segunda etapa consistiu na revisão da literatura existente, nacional e internacional, a respeito do tema deste trabalho, priorizando trabalhos científicos que pudessem fornecer subsídios para o desenvolvimento do programa experimental adequado à pesquisa proposta. Tal revisão é apresentada no capítulo 2.

Na terceira etapa, presente no capítulo 4, é apresentada a descrição do programa experimental, com a apresentação dos métodos utilizados, dos materiais utilizados na pesquisa e os detalhes a cerca da preparação dos corpos de prova.

No capítulo 5 são apresentados os resultados obtidos e feitas as análises e discussões referentes aos ensaios de laboratório e aos modelos utilizados, buscando uma melhor compreensão do comportamento mecânico do carvão como rocha reservatório de gás.

A síntese de todo conhecimento adquirido é apresentada no capítulo 6, onde estão dispostas as principais informações coletadas durante as etapas anteriores, apresentando-se as conclusões do trabalho e sugestões para as próximas pesquisas.