



Tecnologias limpas para utilização de carvão

**Adriano Nunes dos Santos¹, Luciana P. de Castro², João M. Ketzer³,
Roberto Heemann⁴, Rafael V. Bianchini⁵**

Centro de Excelência em Pesquisa sobre o Armazenamento de Carbono – CEPAC / Instituto do Meio Ambiente – IMA / Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS
(adriano.santos@pucrs.br¹, luciana.castro@pucrs.br², marcelo.ketzer@pucrs.br³,
roberto.heemann@pucrs.br⁴, rafael.bianchini@pucrs.br⁵)

Resumo

Este trabalho apresenta as principais tecnologias, atualmente em estudo no CEPAC, com o potencial para obtenção de energia limpa a partir do carvão, um dos principais recursos minerais do sul do Brasil e ainda apresenta alternativas para a redução dos gases de efeito estufa, tal como o armazenamento geológico de carbono. O CEPAC dispõe de parcerias com centros de pesquisas nacionais e internacionais, dentre outras, para o desenvolvimento de tecnologias limpas a partir do carvão, associadas à captura e armazenamento geológico de carbono.

Palavras-chave: Carvão. Tecnologias limpas. Sequestro de CO₂.

Área Temática: Tecnologias Ambientais

1 Introdução

No contexto atual em que o aumento da demanda energética, os altos preços do petróleo e a redução das emissões atmosféricas de CO₂ se inserem, surge uma busca por novas tecnologias que contribuam para a redução dos gases de efeito estufa. Sabendo-se que na região sul do Brasil ocorre grandes reservas de carvão, este se torna um alvo para estudos que envolvam a utilização de tecnologias limpas para o carvão (CCT – Clean Coal Technologies).

O carvão tem potencial para suprir parte da demanda nacional de energia, pois suas camadas originalmente contêm metano e é tradicionalmente utilizado nas termelétricas. Além disso, tem capacidade para armazenar um dos maiores causadores do efeito estufa do planeta, o dióxido de carbono (CO₂). As tecnologias de CBM (Coalbed Methane), ECBM (Enhanced Coalbed Methane), e UCG (Underground Coal Gasification) associadas à Captura e Armazenamento Geológico de CO₂ (CCGS) e Coal to Liquids (CTL) estão sendo pesquisadas com a finalidade de serem implementadas nas jazidas de carvão do Brasil (Figura 1).

As principais fontes estacionárias de CO₂ são: indústrias, termelétricas, plataformas de produção de gás e óleo, componentes petroquímicos e hidrelétricas.

O CCT fornece soluções tecnológicas para utilizar carvão com baixa emissão de poluentes como NO_x, SO_x, mercúrio e material particulado. Além disso, possibilita a captura e separação dos principais gases de efeito estufa emitidos do carvão. Depois de separar o CO₂ dos gases de exaustão, ele pode ser transportado e injetado em reservatórios geológicos.

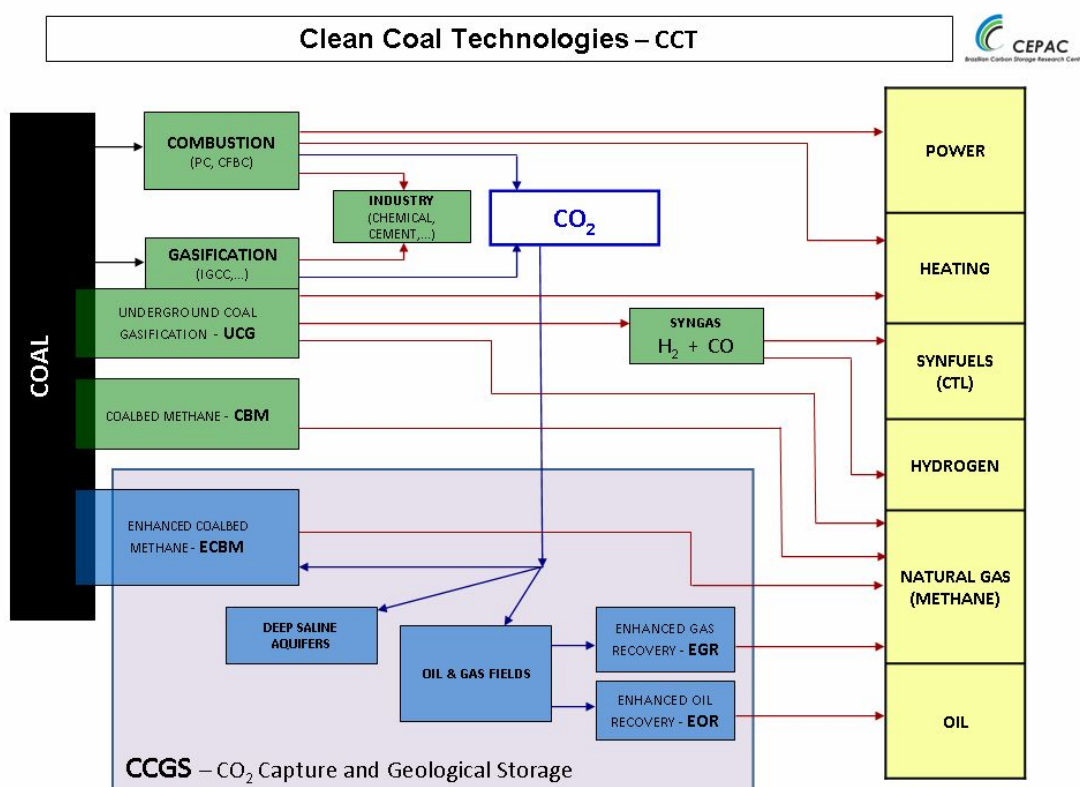


Figura 1 – Tecnologias e produtos relacionados a exploração do carvão

2 Desenvolvimento

De acordo com DNPM/CPRM (1986), as reservas nacionais de carvão somam 32 bilhões de toneladas e cerca de 90% das reservas localizam-se no Estado do Rio Grande do Sul. Para o implemento dessas tecnologias, o primeiro passo seria a caracterização geológica dos depósitos de carvão, que inclui também aspectos petrográficos, químicos e físicos a fim de determinar áreas de maior potencial. Essas áreas em que as camadas de carvão que não podem ser convencionalmente mineradas, devido a razões técnicas e/ou econômicas, são potenciais para armazenar CO₂ e conseqüentemente produzir metano (CH₄) - ECBM.

A tecnologia utilizada para a recuperação de metano a partir das camadas de carvão é conhecida como CBM e abrange a perfuração de poços. No momento em que a perfuração atinge uma camada ocorre a dessorção do metano da mesma, devido à depressurização. A diferença entre CBM e ECBM consiste na injeção de CO₂ dentro da camada de carvão, já que o carvão tem preferência à adsorção deste gás ao invés do metano. Nas camadas de carvão, a fração do metano recuperado em ECBM pode alcançar 90% do total da reserva, contra 50% quando relacionado à CBM.

A tecnologia conhecida como UCG consiste na obtenção do gás resultante da gaseificação do carvão *in situ* (Figura 2). É necessário a injeção de oxigênio ou ar e vapor d'água para a ignição da camada de carvão e consequente obtenção do gás de síntese. Burton (2006), Vosloo (2001) e Wilhelm (2001) apontam que os principais constituintes do gás produzido são o hidrogênio, dióxido de carbono, monóxido de carbono, metano e vapor d'água (Quadro 1). A conversão de carvão *in situ* em um gás de síntese resulta numa



inevitável transferência de massa à superfície formando uma cavidade no subsolo que implica no desabamento do teto acima da cavidade gaseificada.

UCG PRODUCTION SCHEME

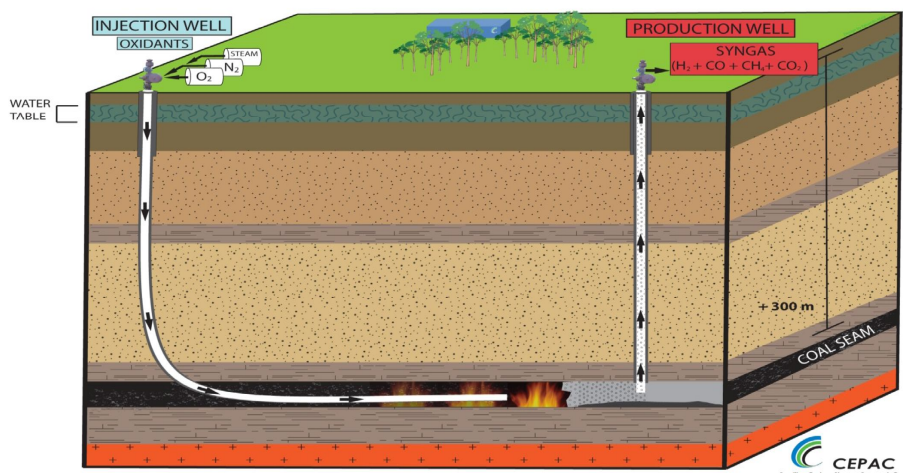


Figura 2 – Esquema da gaseificação *in situ* de carvão.

A UCG possui vantagens em relação ao processo de mineração e gaseificação convencional, especialmente por ser mais segura e eficiente emitindo baixos teores de material particulado, menos barulho e impacto visual na superfície, requer menos consumo de água, menor risco de poluição das águas superficiais, baixa emissão de metano, NOx e SOx e baixo custo (Burton et al., 2006).

REAÇÕES	ENTALPIA (ΔH)
(1) Reação heterogênea da água com o carbono (reação endotérmica) $C + H_2O = H_2 + CO$	+118,5
(2) Conversão $CO + H_2O = H_2 + CO_2$	-42,3
(3) Formação de metano $CO + 3H_2 = CH_4 + H_2O$	-206,0
(4) Hidrogenação $C + 2H_2 = CH_4$	-87,5
(5) Oxidação parcial $C + \frac{1}{2} O_2 = CO$	-123,1
(6) Oxidação $C + O_2 = CO_2$	-406,0
(7) Reação de Boudouard $C + CO_2 = 2CO$	+159,9
(8) Evaporação (reação endotérmica) $H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}$	+159,9

Quadro 1 – Reações químicas globais do processo de UCG (adaptado de Burton et al., 2006).

Existem poucos projetos de demonstração no mundo, por exemplo, Fen Big Valley Project, no Canada, Projeto Recopol, na Polônia e o Projeto CoalSeq, conduzido nos Estados Unidos. ECBM é uma promissora opção para a captura de CO₂. Também possui potencial



para suprir o setor energético mundial com 250×10^{12} m³ de CH₄ (Gayer & Harris, 1996). Esses recursos são maiores que reservas naturais de gás em todo o mundo, mesmo assim somente alguns países fazem uso desta energia comercialmente (EUA, China, Índia e Austrália) (Siemons, 2007).

O CO₂ também pode ser injetado sem recuperação de metano, nesses casos a proposta das atividades é somente para captura de CO₂ em reservatórios geológicos, reduzindo as emissões estacionárias de algumas regiões.

Novas pesquisas têm sido feitas na China, Índia, EUA, Austrália, onde a UCG é uma opção para obtenção de energia limpa. Estudos recente na Europa (área teste no campo El Tremedal na Espanha 1993-1998) demonstram a viabilidade da técnica à grandes profundidades (Chappell & Mostade, 1998).

3 Considerações finais

As tecnologias de CBM, ECBM e UCG podem ser aplicadas para obtenção de combustíveis limpos (gás natural sintético, hidrogênio, diesel e gasolina), eletricidade, compostos químicos (metanol, amônia, uréia, GLP), e também pode ser utilizado para o sequestro de carbono. A UCG possui um menor custo na produção de energia se comparado com a gaseificação convencional em superfície.

Referências

- BURTON, E.; FRIEDMANN, J.; UPADHYE, R. **Best Practices in Underground Coal Gasification**. Lawrence Livermore National Laboratory under contract No. W-7405-Eng-48, University of California, 2006
- CHAPPELL, R., MOSTADE, M., 1998. **The El Tremedal Underground Coal Gasification Field test in Spain first trial at great depth and high pressure**. 15th Annual International Pittsburgh Coal Conference.
- SIEMONS, N. 2007. **Carbon Dioxide Transport and Retention in Coal** – Doctoral Thesis Technische Universiteit Delft.
- VOSLOO, A. C. 2001. “**Fischer-Tropsch: a futuristic view**”. *Fuel processing technology*, n. 71.
- WILHELM, D.J. et al., 2001. “**Syngas production for gas-to-liquids applications: technologies, issues and a outlook**”. *Fuel processing technology*, n.71;