



Aspectos da Captura e Armazenamento de Carbono e sua relevância para o Estado do Rio Grande do Norte

Debora R. F. Souza¹, Gabriel S. Lago², Maria C. M. Lourenço³, Marcos A. F. Rodrigues⁴,
Lucas S. P. Sátiro⁵, Alcides O. W. Neto⁶

¹Departamento de Engenharia do Petróleo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (DPET/UFRN), ²Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (PPgEQ/UFRN).

RESUMO

A captura e armazenamento de carbono (*Carbon Capture and Storage* - CCS) consiste em uma técnica considerada essencial para o alcance das metas de Zero Emissões de Carbono (*Net Zero*). A cadeia de CCS envolve como principais etapas a captura do CO₂, transporte, injeção para armazenamento geológico e monitoramento. Reservatórios de petróleo e gás depletados constituem um dos sítios com maior potencial para o armazenamento geológico. A seleção de sítios para o armazenamento de CO₂ deve considerar, por exemplo, características de permoporosidade, geomecânica, profundidades, dentre outros aspectos do reservatório. No que se trata de campos depletados, o Estado do Rio Grande do Norte (RN) se destaca por sua exploração de hidrocarbonetos em campos maduros da Bacia Potiguar. O Estado possui infraestrutura de gasodutos, instalações da indústria do petróleo e dados de exploração e produção da Bacia Potiguar. As emissões de CO₂ no RN atingiram 10 Mt em 2021, com 1,22 Mt provenientes de atividades industriais e energéticas. Neste trabalho, portanto, acredita-se que os campos maduros da Bacia Potiguar possuam potencial para futuras avaliações de potencial para CCS, sendo importante nessa avaliação, estudos aplicados caso a caso.

Palavras-chave: CCS (Carbon Capture and Storage); Reservatórios Depletados; Campos Maduros da Bacia Potiguar

INTRODUÇÃO

O aumento contínuo das emissões de CO₂ devido à queima de combustíveis fósseis vem contribuindo significativamente para o aquecimento global e mudanças climáticas. Acordos internacionais, como o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris, estabeleceram metas de redução de emissões para combater as mudanças climáticas (Araujo *et al.*, 2020). Nesse contexto, a captura e armazenamento de CO₂ (Carbon Capture and Storage - CCS) desempenha um papel crucial na redução de emissões e na mitigação das mudanças climáticas (Bachu, 2000), sendo uma atividade necessária para o alcance das metas de Zero Emissões de Carbono (*Net Zero*).

Na cadeia de CCS, dentre as possibilidades de locais para o armazenamento de carbono, os reservatórios de petróleo e gás depletados consistem em sítios potenciais (Bachu, 2000). A nível nacional, no que se trata de campos depletados, o Estado do Rio Grande do Norte se destaca por sua exploração de hidrocarbonetos em campos maduros da Bacia Potiguar, com um vasto arcabouço de dados de exploração e produção, assim como infraestrutura associada.

Considerando a importância do CCS para a redução de gases do efeito estufa e o cenário de campos maduros do estado do Rio Grande do Norte, este trabalho tem por objetivo expor uma breve revisão acerca do armazenamento geológico de CO₂, em especial nos reservatórios depletados, propondo trazer, como um ponto de partida, a disseminação do conhecimento e discussão sobre o tema ao cenário local do Estado do Rio Grande do Norte.

METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado por meio de pesquisas bibliográficas relacionadas à captura e armazenamento de carbono, com foco no armazenamento, trazendo também alguns dados do Estado do Rio Grande do Norte. Os dados obtidos a partir deste levantamento visam expor informações relevantes para futuras avaliações de atividades de CCS no estado do Rio Grande do Norte.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Projetos de CCS consistem basicamente em quatro etapas (Anderson e Newell, 2003; Bandilla, 2020): captura de CO₂ de fontes estacionárias em volumes adequados e processo de separação desse gás; transporte da fonte emissora, que pode ser feito através gasodutos, caminhões ou navios, até um local designado de armazenamento; injeção do CO₂ para armazenamento em subsuperfície, através de um poço até a profundidade na qual se encontre a formação geológica que servirá de reservatório; e posterior monitoramento, atestando segurança e viabilidade do armazenamento.

Diversos tipos de formações geológicas podem ser usados para armazenar CO₂, sendo os locais mais convencionais os aquíferos salinos e reservatórios de óleo e gás depletados. No caso dos reservatórios de petróleo e gás depletados, tem-se a disponibilidade do espaço poroso, antes ocupado em sua maior parte por hidrocarbonetos, além do fato de estarem situados em áreas que contemplam a

existência de dados e infraestrutura prévios (Koide *et al.*, 1993; Bachu, 2000; Askarova *et al.*, 2023). Adicionalmente, a expertise da indústria petrolífera na injeção de CO₂ como técnica de recuperação avançada (*Enhanced Oil Recovery* - EOR) também consiste num bom ponto de partida para o desenvolvimento de projetos de CCS (Bello *et al.*, 2023).

A seleção de sítios para o armazenamento de CO₂ deve considerar critérios como (Bachu, 2000; NTL, 2017; Askarova *et al.*, 2023): permoporosidade adequada; propriedades geomecânicas favoráveis; presença de uma rocha selante homogênea (para evitar vazamentos); espessura efetiva do reservatório; profundidades; injetividade; mapeamento de falhas e fraturas, e proximidade de zonas com atividades sísmicas (para garantir a segurança e a integridade do projeto).

Os níveis de emissões de CO₂ no estado do Rio Grande do Norte atingiram 10 Mt em 2021, com 1,22 Mt provenientes de atividades industriais e energéticas (SEEG, 2021). Em relação à infraestrutura prévia, o estado possui uma rede de gasodutos extensa e interconectada (ANP, 2023), além de diversos pontos de instalações voltadas à produção de petróleo (ANP, 2021). A Bacia Potiguar possui levantamentos regionais gravimétricos e magnetométricos, dados sísmicos adquiridos e 1.353 poços exploratórios. Os blocos na porção terrestre apresentam 341,2 km de extensão e 19,03 km² de área cobertos por dados sísmicos bidimensionais e tridimensionais (ANP, 2021).

CONCLUSÃO

Os campos maduros da Bacia Potiguar têm potencial para futuras avaliações de potencial para CCS. Um ponto a ser considerado nesse contexto, seria, antes do armazenamento permanente de CO₂, investigar sobre a injeção inicial deste gás para o aumento do fator de recuperação (CO₂-EOR). Por fim, menciona-se a importância de estudos aplicados, dada a importância das especificidades de cada reservatório, ainda que em uma mesma bacia.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), junto à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), pelo apoio financeiro fornecido ao Programa de Recursos Humanos da ANP para o Setor de Petróleo e Gás - PRH 26-ANP.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, Soren; NEWELL, Richard. **Prospects for carbon capture and storage technologies resources for the Future**. Washington DC, Annu Rev Environ Resource 29:109–14. 2003.
- Agência Nacional do Petróleo (ANP). **Sumário Geológico e Setores em Oferta da Bacia Potiguar**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/rodadas-anp/oferta-permanente/opc/arquivos/sg/potiguar.pdf>. Acesso em: 20 de out. 2023.
- Agência Nacional do Petróleo (ANP). **Exploração e Produção de Óleo e Gás - Lista de Gasodutos**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/dados-de-e-p/gasodutos.pdf>. Acesso em: 20 de out. 2023.
- ARAUJO, Luciane Martins et al. **A busca da efetividade do Acordo de Paris**. Revista Direito, Estado e Sociedade, n. 54, 2020.
- ASKAROVA, Aysylu et al. **An Overview of Geological CO₂ Sequestration in Oil and Gas Reservoirs**. Energies, v. 16, n. 6, p. 2821, 2023.
- BACHU, Stefan. **Sequestration of CO₂ in geological media: criteria and approach for site selection in response to climate change**. Energy conversion and management, v. 41, n. 9, p. 953-970, 2000.
- BANDILLA, Karl W. **Carbon capture and storage**. In: **Future Energy**. Elsevier, 2020. p. 669-692.
- BELLO, Ayomikun; IVANOVA, Anastasia; CHEREMISIN, Alexey. **A Comprehensive Review of the Role of CO₂ Foam EOR in the Reduction of Carbon Footprint in the Petroleum Industry**. Energies, v. 16, n. 3, p. 1167, 2023.
- KOIDE, Hitoshi et al. **Underground storage of carbon dioxide in depleted natural gas reservoirs and in useless aquifers**. Engineering Geology, v. 34, n. 3-4, p. 175-179, 1993.
- National Energy Technology Laboratory (NETL). **Site screening, site selection, and site characterization for geological storage projects, in Best Practices**. 2017. Disponível em: <https://netl.doe.gov/node/5829>. Acesso em: 21 de out. 2023.
- Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG). **Dados de Emissões do Rio Grande do Norte**. 2021. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/territories/rio-grande-do-norte/card?year=2021&cities=false>. Acesso em: 20 de out. 2023.