

# Transporte de CO<sub>2</sub> como modelo de negócio para a Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono (CCUS)

Claudia Magalhães e Silva, Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro - RJ - Brasil, +55 (21) 992248851, [claudia.silva@ppe.ufrj.br](mailto:claudia.silva@ppe.ufrj.br)

Alexandre Szklo, Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro - RJ - Brasil, [szklo@ppe.ufrj.br](mailto:szklo@ppe.ufrj.br)

Roberto Schaeffer, Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro - RJ - Brasil, [roberto@ppe.ufrj.br](mailto:roberto@ppe.ufrj.br)

## Introdução

Tecnologias de captura, utilização e/ou armazenamento de carbono (CCUS) deverão assumir um papel fundamental na transição para uma indústria com emissões líquidas zero de CO<sub>2</sub> (IPCC 2022). De fato, as análises oficiais da Agência Internacional de Energia (IEA) e do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) indicam que, para alcançar as metas climáticas globais, serão necessárias taxas anuais de armazenamento de CO<sub>2</sub> de aproximadamente 1 Gtpa até 2030, crescendo para cerca de 10 Gtpa até 2050 (Global CCS Institute 2023a; IPCC 2022).

De acordo com o relatório *Global Status of CCS* (Global CCS Institute 2023a), a captura e o armazenamento de carbono estão começando a aumentar sua escala. Em julho de 2023, a capacidade total de captura dos projetos de CCUS em desenvolvimento, em construção e em operação era de 361 Mtpa, um aumento de 50% comparado à capacidade reportada no relatório de 2022. Dentro desse cenário de evolução, os projetos de redes/hubs de CCUS, que compreendem projetos de infraestrutura de transporte e/ou armazenamento que serão compartilhados com plantas de captura de CO<sub>2</sub>, estão em ascensão. Historicamente, as instalações de CCUS eram integradas verticalmente, compreendendo uma única planta de captura de CO<sub>2</sub>, com sistemas de compressão, transporte e armazenamento dedicados. No entanto, o desenvolvimento de projetos de CCUS através de redes tem se tornado dominante, visto que proporcionam economias de escala, reduzem custos e criam sinergias de modelos de negócios, que reduzem riscos (Global CCS Institute 2023a).

Apesar das vantagens oferecidas pelo modelo de rede (Global CCS Institute 2023a; International Energy Agency 2023a), como o modelo de negócio de transporte de CO<sub>2</sub>, o preço do petróleo ainda tem uma grande influência na viabilidade econômica desse modelo, conforme mostram Yao et al., 2018. Tal influência deriva de que a maioria dos projetos de CCUS em operação depende das receitas da recuperação avançada de petróleo (EOR). Yao et al., 2018, mostraram ainda que a adoção de leis, regulações e políticas, como a precificação do carbono, o comércio de créditos de carbono e os subsídios para o armazenamento, poderiam tornar alguns modelos de negócio viáveis, mesmo diante de cenários de preços mais baixos de petróleo.

Assim, este artigo busca avaliar modelos de negócio de transporte de CO<sub>2</sub>, a partir do levantamento dos projetos em andamento no mundo e das leis, regulações e políticas existentes nos países que apresentam maior capacidade anunciada (Mt CO<sub>2</sub>/ano) desse tipo projeto.

## Métodos

Com o objetivo de avaliar essa viabilidade, utilizou-se a base de dados da IEA, que apresenta os projetos de CCUS em andamento em todo o mundo (International Energy Agency 2023b). Além disso, para analisar a influência da legislação, regulação e políticas, utilizaram-se sítios eletrônicos de legislação dos vários países, bem como algumas bases de dados com informações relacionadas, como a CO2RE, do Instituto Global de CCS (Global CCS Institute 2023b), que apresenta indicadores do nível de avanço dos países quanto à adoção de legislação, regulação e políticas, que possam influenciar direta ou indiretamente os projetos de CCUS. Outra base utilizada foi a base de dados do Banco Mundial (The World Bank 2023), que apresenta um painel de precificação de carbono, onde é possível verificar a adoção pelos países de iniciativas de precificação de carbono, como o tributo sobre o carbono e o sistema de comércio de emissões. Também se consultaram relatórios conceituados no tema, como os relatórios do Instituto Global de CCS (Global CCS Institute 2020; 2023a) e artigos encontrados através de pesquisa bibliográfica existente sobre o tema.

## Resultados

A partir das análises dos projetos em operação e dos projetos em construção e planejados, observou-se uma futura redução dos tipos de projetos que configuram cadeia completa (quando o CO<sub>2</sub> é transportado de uma instalação de captura para um local de injeção, normalmente envolvendo um único operador) e um aumento dos projetos focados em atividades específicas da cadeia de valor do CCUS, como projetos só de captura, só de armazenamento e só de transporte e armazenamento (T&A), mostrando a tendência de surgimento de

novos modelos de negócio. Além disso, observou-se que mais da metade (57%) dos projetos em andamento está associada a algum *hub*, indicando uma tendência no desenvolvimento de redes de armazenamento de CO<sub>2</sub>, bem como de infraestrutura de transporte compartilhada.

Mapeando o perfil das empresas relacionadas aos projetos de cadeia completa (visto que configuram a maior quantidade dos projetos em operação) observou-se uma mudança na tendência dos projetos, ao comparar os projetos em operação com os projetos em construção e planejados, na medida em que estes deixam de ser liderados apenas por empresas petrolíferas e passam a ter participação de outros tipos de empresas, contribuindo, assim, para o surgimento de novos entrantes e conseqüentemente de novos modelos de negócio. Nos projetos planejados inclusive, apenas 1 dos 8 projetos amostrados apresentou a participação de uma empresa petroleira.

Constatou-se também a prevalência atual dos projetos de cadeia completa associados a EOR. No entanto, essa associação vai se reduzindo ao sair de projetos operacionais para projetos em construção e posteriormente planejados. Esse fato se relaciona com a evolução nas políticas dos países, que contemplam cada vez mais a questão da captura, utilização e armazenamento de carbono, o que viabiliza o surgimento de novos projetos não necessariamente vinculados às receitas de EOR.

A análise detalhada dos projetos de CCUS de Transporte e T&A, tanto em operação, como em construção e planejados, mostrou as regiões que apresentam uma maior capacidade anunciada desses projetos, como a região da União Europeia-Reino Unido, seguida da América do Norte, Ásia-Pacífico e por último Oriente Médio. Quanto aos países, observou-se uma maior capacidade anunciada de projetos, principalmente, nos Estados Unidos, seguidos do Canadá e posteriormente de países europeus, como Noruega, Holanda, Alemanha, Dinamarca e Reino Unido. Existem ainda vários projetos com a associação de vários países.

Além disso, observou-se que as regiões e os países que possuem maior capacidade anunciada de projetos de CCUS de Transporte e T&A também são regiões e países que apresentam indicadores mais altos do nível de avanço quanto à adoção de legislação, regulação e políticas, que possam influenciar direta ou indiretamente os projetos de CCUS.

Olhando de forma um pouco mais detalhada para as regiões da União Europeia e da América do Norte, identificaram-se importantes políticas, leis e regulações que incentivam a pesquisa, o desenvolvimento e a implementação de soluções de CCUS. Ao analisar os 3 (três) países com maior capacidade anunciada de projetos de CCUS de Transporte e T&A (Estados Unidos, Canadá e Noruega), também se observaram iniciativas sólidas que contribuem para a implementação de CCUS.

## Conclusão

A partir do trabalho realizado, conclui-se que o modelo de negócio de transporte de CO<sub>2</sub>, bem como de T&A, é possível de ser implementado e tem sido bastante discutido e vem progredindo, com maior intensidade nos países onde a legislação está mais avançada, como Estados Unidos, Canadá e Noruega. Considerando ainda o caráter de indústria de rede, característico de projetos que necessitam de investimento em infraestrutura, como o transporte por dutos, a tendência é aumentar o interesse dos agentes de mercado por esse modelo de negócio. No entanto, para ser viável economicamente e se desenvolver em grande escala, precisa de uma base de políticas, leis e regulações que incentivem a adoção de projetos de CCUS, sem depender necessariamente das receitas de EOR.

## Referências

- 1 Global CCS Institute. 2020. "OVERVIEW OF ORGANISATIONS AND POLICIES SUPPORTING THE DEPLOYMENT OF LARGE-SCALE CCS FACILITIES."
- 2 Global CCS Institute. 2023a. "GLOBAL STATUS OF CCS 2023."
- 3 Global CCS Institute. 2023b. "Policy, Legal & Regulatory Indicator Database." <https://Co2re.Co/FacilityData>. December 10, 2023.
- 4 International Energy Agency. 2023a. "How New Business Models Are Boosting Momentum on CCUS." <https://www.iea.org/commentaries/how-new-business-models-are-boosting-momentum-on-ccus>. March 24, 2023.
- 5 International Energy Agency. 2023b. "IEA CCUS Projects Database 2023." <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/ccus-projects-database>. November 20, 2023.
- 6 IPCC. 2022. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Mitigation of Climate Change. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).
- 7 The World Bank. 2023. "Carbon Pricing Dashboard." [https://Carbonpricingdashboard.Worldbank.Org/Map\\_data](https://Carbonpricingdashboard.Worldbank.Org/Map_data). December 10, 2023.
- 8 Yao, Xing, Ping Zhong, Xian Zhang, and Lei Zhu. 2018. "Business Model Design for the Carbon Capture Utilization and Storage (CCUS) Project in China." *Energy Policy* 121 (October): 519–33. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.06.019>.