

11º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

ASPECTOS TÉCNICOS E LEGAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE CAPTURA E ARMAZENAMENTO DE CARBONO NO BRASIL

AUTORES:

Tallys Celso Mineiro, Igor Fernandes Gomes, Wesley Michael Pereira Silva, José Antônio Barbosa, Débora Cristina Almeida de Assis, Leonardo José do Nascimento Guimarães, Artur Paiva Coutinho

INSTITUIÇÃO:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

ASPECTOS TÉCNICOS E LEGAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE CAPTURA E ARMAZENAMENTO DE CARBONO NO BRASIL

Resumo

Este trabalho tem como objetivo estudar os aspectos técnicos e legais da implantação de projetos de captura e armazenamento de carbono (CCS - Carbon Capture and Storage) no Brasil. Os projetos de CCS (ou CCUS – Carbon Capture, Utilization and Storage) são fundamentais para o cenário atual do planejamento energético global e da mitigação dos efeitos das mudanças climáticas atreladas às crescentes taxas de emissão de gases de efeito estufa na atmosfera. Apesar do comprovado papel do CCS/CCSU em reduzir significativamente as emissões de CO₂ do setor energético e de outros grandes emissores estacionários, ainda existem muitos entraves para a implantação de projetos de sequestro, como a falta de incentivo fiscal e licenciamento ambiental. Dessa forma, o trabalho analisará as regras e normas de países ao redor do mundo focadas no arcabouço legal para a aplicação de projetos CCS ou CCUS, além das práticas e procedimentos operacionais de especialistas ou agências reguladoras.

Palavras-chave: CCS, aspectos técnicos, aspectos legais, descarbonização.

Abstract

This work aims to study the technical and legal aspects of the implementation of carbon capture and storage projects (CCS - Carbon Capture and Storage) in Brazil. CCS projects (or CCUS – Carbon Capture, Utilization and Storage) are critical to the present scenario of global energy planning and the mitigation of climate change effects linked to the increasing rates of emission of greenhouse gases into the atmosphere. Despite the proven role of CCS/CCSU to significantly reduce CO₂ emissions from the energy industry and other large stationary emitters, there are still many obstacles to the implementation of sequestration projects, like the lack of fiscal incentive and environmental licensing. In this way, the work will analyze the rules and norms of countries around the world focused on the legal framework for the application of CCS or CCUS projects, in addition to the practices and operational procedures of specialists or regulatory agencies.

Keywords: CCS, technical aspects, legal aspects, decarbonization.

Introdução

Nas condições atuais de incrementos anuais, nas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) que já acumulam taxas históricas elevadas, tornou-se fundamental para a sustentabilidade da civilização alcançar a redução destas emissões. Vários acordos mundiais foram propostos para que tal redução seja de fato atingida. Segundo o IPCC (2018), para limitar o aquecimento global a 2 °C, até 2030, cerca de 45% das emissões antropogênicas líquidas globais precisam ser erradicadas a nível das emissões de 2010 e atingir o nível de emissões zero por volta de 2070.

Uma solução para esta condição é realizar a captura de gás carbônico nas fontes emissões e fazer o armazenamento definitivo em meio geológico (Carbon Capture and Storage). Esta tecnologia consiste em estocar o gás em meio poroso em superfície, em aquíferos salinos ou reservatórios de óleo e gás maduros ou ainda em operação. Também pode ser realizado o armazenamento em cavernas escavadas de forma artificial em depósitos de evaporitos. A captura e utilização de CO₂ para processos de recuperação avançada de campos maduros ou incremento de produção de campos em operação é denominado de CCSU (Carbon Capture Storage and Use) (IPCC, 2005).

No entanto, estes projetos podem oferecer riscos socioambientais a possibilidade de ocorrência de acidentes, com o escape descontrolado ou o aumento de sismicidade. Logo, faz-se necessário um arcabouço regulatório das atividades relacionados a projetos de CCS e CCSU (SILVA, 2022). Como não existem projetos de CCS que se encontram com transferência de responsabilidade, vários outros autores trataram sobre uma sistematização dos riscos que podem vir a ocorrer relacionados ao armazenamento (Sarkarfarshi et al., 2019), aperfeiçoamento de metodologia de monitoramento e mitigação (BLACKFORD et al., 2014; SMITH et al., 2013; YANG et al., 2015; ZIOGOU et al., 2013).

Possivelmente, o uso da tecnologia para ações de CCS teve origem desde os processos de separação de dióxido de carbono do gás natural em 1930, até a aplicação da técnica para recuperação avançada de petróleo (Enhanced Oil Recovery - EOR) em 1972 (IEA, 2016). Mas, somente em 1996, a tecnologia de captura e armazenamento além de atividades de EOR no projeto “Sleipner CO₂ Storage Project” na Noruega (KAPETAKI & SCOWCROFT, 2017)

No âmbito internacional, esta tecnologia vem sendo aplicada e bem avaliada tanto em termos práticos quanto legislativos concernentes a Governança Ambiental Global (GAG), que se entende como sendo a soma dos interesses comuns de indivíduos e instituições, sejam elas privadas ou públicas nos tratados relativos às questões ambientais (THE COMMISSION GLOBAL GOVERNANCE, 1995).

Alguns países já possuem marcos legislativos que regulamentam os projetos de CCS em relação a etapa de armazenamento de CO₂ como, por exemplo, Noruega, Reino Unido, Canadá, Austrália e Estados Unidos.

O Brasil, entretanto, ainda não possui um marco regulatório que determine e parametrize as condições de utilização e armazenamento geológico de CO₂. Além disso o país, ainda não possui nenhuma planta de armazenamento em operação, apenas operações experimentais. Contudo, utilizam-se as normativas relacionadas à Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais), bem como a Constituição Brasileira de 1988 para estas finalidades regulatórias (COSTA et al, 2019), sendo estes decretos muitas vezes limitados quanto a temática visando apenas o estabelecimento de procedimentos.

A partir deste contexto, este trabalho tem como objetivo fazer um panorama das normativas legais e regulamentos técnicos que são utilizados para a operacionalização de projetos de captura e estocagem de gás carbônico em alguns países, além de comparar esses arcabouços de regras com o novo projeto de lei que versa sobre os projetos de CCS no Brasil.

Metodologia

O presente trabalho consiste em uma revisão bibliográfica voltada para publicações acadêmicas e técnicas sobre a temática das metodologias de operacionalização de projetos de uso e estocagem de

CO₂, assim como para legislações que tratam do tema no mundo e no Brasil. O estudo se concentrou nos marcos regulatórios da União Européia (Noruega), Canadá (Alberta), Austrália, Estados Unidos da América e, para o Brasil, a Proposta de Lei a ser votada no ano de 2022.

Resultados e Discussão

Aspectos Técnicos

A atividade de armazenamento geológico de CO₂, conforme o IPCC (2005), se baseia na injeção de CO₂ em meio geológico conforme várias abordagens metodológicas que envolvem a injeção em reservatórios maduros de óleo e gás, reservatórios profundos de águas salinas, injeção em camadas de carvão mineral e entre outras.

Em muitas situações, os projetos de CCS são desenvolvidos em grandes profundidades a partir da injeção do dióxido de carbono no estado supercrítico, estado em que o gás atinge densidade típica de líquidos e, portanto, apresenta um volume menor (KETZER et al., 2016)

O conhecimento geológico da estrutura porosa é muito importante para a definição de potenciais reservatórios para a atividade de CCS. Estudos recentes (CALLAS et al., 2022), por exemplo, sugeriram que é necessária uma permeabilidade mínima de cerca de 10 mD para a injeção eficaz do fluido considerando o menor número de poços no projeto, bem como é primordial que o reservatório tenha pelo menos 10m de espessura mínima, para que seja possível acompanhar o desenvolvimento da pluma de CO₂. Além disso, o meio poroso deve possuir mais de 10% de porosidade, o que envolve a capacidade de armazenamento. Os autores sugerem que as profundidades ótimas para injeção são entre 1000 e 2000 metros.

De acordo com Ketzer et al. (2016), os reservatórios devem atender aos critérios de seguridade e integridade para a eficiência no armazenamento do fluido com menores riscos ambientais. Logo, o reservatório deve apresentar capacidade economicamente viável, possuir taxa de injetividade adequada, e boa capacidade de contenção da rocha capeadora para evitar o vazamento do gás carbônico e um ambiente geoquimicamente e geomecanicamente estável.

Aspectos Legais

Em relação às diretrizes legais, as mesmas são definidas como sendo intervenções regulamentadoras do Estado, e editadas pelo poder público, para quaisquer que sejam as atividades exercidas no território nacional. De acordo com Rathmann (2017), tais diretrizes devem ser compostas por um conjunto de informações e procedimentos para a implantação de uma atividade segura e eficaz. Para projetos de CCS no contexto internacional, esta finalidade se estabelece de forma específica e contundente.

Para as nações participantes do grupo da União Europeia o marco regulatório para a finalidade de armazenamento geológico a ser cumprido é a Diretiva 2009/31/EC (EU 2009/31/EC), aprovada com o intuito de regulamentar tal atividade visando reduzir emissões de GEE, desde que esta tecnologia não viesse a ser utilizada como incentivo para aumentar a quota-parte de centrais alimentadas por combustíveis fósseis, e nem viessem a reduzir os esforços para a busca de energias alternativas e renováveis que resultam em baixas emissões de carbono.

Adicionalmente, a regulação trata da necessidade, de garantir a operação ambientalmente correta em território europeu, de forma segura e confiável, bem como fornecer incentivos apropriados proporcionais aos benefícios da redução de dióxido de carbono. De modo suplementar, faz-se distinção entre local de armazenamento e complexo de armazenamento e que estes devem ser bem selecionados, desde que nas condições de utilização não haja risco significativo de vazamento do CO₂ e nem riscos significativos ao meio ambiente (EUROPEAN UNION, 2009).

Para a Austrália a legislação vigente é a Offshore Petroleum and Greenhouse Gas Storage Act 2006, que diferente das demais mencionadas, regula o armazenamento de GEE e não somente CO₂. Esta se direciona a regulação destas atividades em áreas offshore. Em termos estaduais, somente o estado australiano de Victoria, com o regulamento Greenhouse Gas Geological Sequestration Act 2008, inclui terras privativas, estabelecendo posse do meio poroso subterrâneo a Coroa (SILVA, 2022).

O Canadá trata a regulamentação deste tipo de atividade a partir da competência provincial. Logo, para a província de Alberta os marcos legais foram modificados a partir da aplicação das regulações: Carbon Capture and Storage Statutes Amendment Act (2010), Carbon Sequestration Tenure Regulation (AR 68/2011), e Carbon Capture and Storage Funding Act (2013), que visa regular e incentivar a construção e operação de projetos de CCS. Um fato interessante é que em a partir de tal jurisdição não há a previsão em lei de transferência de responsabilidade, assim como ocorre na Austrália (SILVA, 2022).

Nos EUA, a regulamentação é implementada pela United States Environmental Protection Agency (EPA) que editou o Clean Air Act e o Safe Drinking Water Act (SDWA), que tratam da qualidade do gás carbônico injetado e sobre as condições de injeção de CO₂ em neios geológicos, respectivamente. Particularmente, a edição dos marcos regulatórios incitou a criação de um novo tipo legal de licenciamento para poços de injeção de CO₂ que não fossem para fins de EOR, o que visa maior segurança e menos menor risco de impactos a fontes de águas subterrâneas (SILVA, 2022).

Nos EUA, um outro fator importante para a aplicação da tecnologia de CCS é a participação legal, concordância, do proprietário das terras onde é desenvolvido o projeto de armazenamento de CO₂ (ANDERSON, 2021). A partir do impacto desta necessidade, a observação da lei federal fez com que os estados americanos respondessem de forma isolada para seus territórios, com a edição de novas normas relacionadas às atividades de CCS, e até 2017, pelo menos 21 estados se mobilizaram para isso (CLEVELAND, 2017).

De maneira geral, a conjuntura dos marcos reguladores de CCS se baseiam em quatro etapas de projeto, que consistem em (i) licenciamento para exploração, pesquisa e avaliação do local para levantamento de informações necessárias para a licença de armazenamento; (ii) licenciamento para construção e operação da infraestrutura de armazenamento de CO₂, devendo ser comprovado capacidade técnica, operacional e de segurança da atividade; (iii) etapa de fechamento de poço de injeção e atividade de fiscalização do local pelo operador e, por fim, (iv) etapa de monitoramento e transferência de responsabilidade do operador para a unidade responsável perante a legislação, cumpridos os requisitos de comprovação de segurança e estabilidade do CO₂ injetado.

No caso do Brasil, foi proposto recentemente um Projeto de Lei, que ainda precisa ser votado pelo Senado Federal, a PL nº 1.425/2022, que objetiva a “Disciplina a exploração da atividade de armazenamento permanente de dióxido de carbono de interesse público, em reservatórios geológicos ou temporários, e seu posterior reaproveitamento”. A mesma trata sobre definições, objetivos e princípios da temática além da outorga de exploração dos reservatórios (não dispensando os aspectos tratados na Lei nº 6.938/81), das obrigações do operador, monitoramento e gestão das atividades, das responsabilidades e sobre as Gestoras de Ativos de Armazenamento (GAA), que são as entidades sem fins lucrativos destinadas a monitorar e gerir os ativos de armazenamento de CO₂. A Lei ainda propõe que a Agência Nacional de Petróleo atue como entidade reguladora dos projetos de CCS no Brasil, atribuindo-lhe novas funcionalidades (SENADO FEDERAL, 2022).

No que concerne aos incentivos fiscais e as mudanças climáticas, existem os seguintes decretos e Lei brasileiros: Decreto nº 11.003/2022, que institui a Estratégia Federal de Incentivo ao Uso de Biogás e Biometano; o Decreto nº 11.075/2022, que estabelece os procedimentos para a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas, institui o Sistema Nacional de Redução de Emissão de Gases de Efeito Estufa e a Lei nº 12.187/2009, que institui a Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC).

A Tabela 1, elaborada a partir das informações reunidas por Silva (2022), mostra um panorama geral de período de vigência dos licenciamentos, atividades típicas e essenciais para projetos de CCS, conforme os marcos legislativos analisados neste estudo e que influenciaram a regulação que se propõe implementar no Brasil por meio do PL nº 1.425/2022.

Tabela 1 - Aspectos regulatórios em relação as etapas de funcionamento de CCS adotados em alguns países, e a proposta de lei colocada para o caso brasileiro.

Etapas de projeto CCS	Noruega	Alberta (Canadá)	Austrália	Estados Unidos	Brasil
Avaliação/ Pesquisa	Prazo mínimo não definido em norma	5 anos	Não previsto em norma	Determinação do estado específico ou não previsto em norma	Não definido
Operação	10 anos	15 anos, prorrogáveis por período igual	Não previsto em norma. Manutenção condicionada de 5 anos	Determinação do estado específico ou não previsto em norma	10 anos
Período de fechamento	20 anos	Não previsto em norma. Período mínimo de 10 anos pelo conselho provincial	15 anos	50 anos	20 anos
Monitoramento/ Transferência de responsabilidade	30 anos	Não previsto em norma	Não previsto em norma	Inexistência de transferência	20 anos até 35 anos

Conclusões

As questões climáticas tornaram-se um dos maiores desafios do século atual e apresentam potencial de impacto na sustentabilidade para a humanidade, demandando a união de esforços do setor público e privado para promover a descarbonização do sistema energético e da economia mundial. Assim sendo, a atividade de CCS vem se destaca como o elemento estratégico e fundamental para alcançar projeções futuras e atuais de descarbonização.

Entretanto, para a concretização desta demanda é fundamental a construção da estabilidade legal, regulatória e institucional para assegurar que os agentes envolvidos se comprometam no longo prazo. Atualmente, o Brasil ainda não possui o ambiente legal adequado para a implementação destas atividades devido às restrições ambientais para o licenciamento legal e a falta de incentivos fiscais e financeiros, visto que os decretos que tratam este tema são recentes.

A comparação das regulações adotadas por alguns países que tratam o tema de sequestro geológico como um fator importante para as metas de descarbonização, com a proposta de lei para o caso brasileiro demonstra que esta última é compatível com as práticas estrangeiras, e que sua aprovação e implementação irão reduzir o risco legal para os empreendedores, permitir a aprovação de incentivos fiscais e financeiros (união e estados), e deve acelerar o avanço do país em relação a esta demanda.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do Programa de Formação de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – PRH-ANP/FINEP, via PRH 48.1/UFPE (Processo ANP Nº48610.201019/2019-38), suportado com recursos provenientes do investimento de empresas petrolíferas qualificadas na Cláusula de P, D&I da Resolução ANP nº 50/2015. JAB agradece ao CNPq pelo apoio financeiro concedido por meio da bolsa de produtividade processo Nº 15343/2020-6.

Referências Bibliográficas

- ANDERSON, Owen L. Geologic CO₂ sequestration in the United States of America. Carbon Capture and Storage in International Energy Policy and Law: Elsevier, 2021.
- AUSTRALIA. Offshore Petroleum and Greenhouse Gas Storage Act 2006. An Act about petroleum exploration and recovery, and the injection and storage of greenhouse gas substances, in offshore areas, and for other purposes. Commonwealth Consolidated Acts. 3 de setembro de 2021.
- BLACKFORD, Jerry et al. A guide to potential impacts of leakage from CO₂ storage. British Geological Survey, 2014.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial da União - seção 1, p. 1, Brasília, DF, 05 de outubro de 1988.
- BRASIL. Lei nº 9.605 de 1998: Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de lei de crimes ambientais, condutas e atividade lesivas ao meio ambiente (Lei dos Crimes Ambientais). 1998.
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, em 2 de setembro de 1981.
- BRASIL. Lei nº 11.187 de 2009: Política Nacional sobre a Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. 2009.
- BRASIL. Decreto nº 11.003 de 2022: institui a Estratégia Federal de Incentivo ao Uso de Biogás e Biometano. 2022.
- BRASIL. Decreto nº 11.075 de 2022: estabelece os procedimentos para a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas, institui o Sistema Nacional de Redução de Emissão de Gases de Efeito Estufa e altera o Decreto nº 11.003 de 21 de março de 2022. 2022.
- CALLAS, C., Saltzer, S. D., Steve Davis, J., Hashemi, S.S., Kovscek, A.R., Okoroafor, E.R., Wen, G., Zoback, M.D., Benson, S.M. Criteria and workflow for selecting depleted hydrocarbon reservoirs for carbon storage, Applied Energy. vol. 324, 2022.
- CANADA. Carbon Capture and Storage Statutes Amendment Act 2010. SA 2010.
- CANADA. Carbon Sequestration Tenure Regulation. Alta Reg 68/2011.
- CANADA. Province of Alberta. Carbon Capture and Storage Funding Act. Statutes of Alberta, 2009. Chapter C-2.5. Alberta's Queen Printer. 27 de maio de 2013.
- CLEVELAND, Megan. Carbon capture and sequestration. Denver: April, 5, 2017.
- COSTA, HIRDAN KATARINA DE MEDEIROS; SANTOS, M. M.; MATAI, P. H. L. S. Questões ambientais e Licenciamento ambiental - Cap. 17. In: José R. Simões Moreira. (Org.). Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética. 1ed.Rio de Janeiro: LTC Editorial - Grupo GEN, 2017, v. 1, p. 354-367.
- EUROPEAN UNION. European Parliament and Council. Directive 2009/31/EC of 23 of April of 2009. On the geological storage of carbon dioxide and amending Council Directive 85/337/EEC, European Parliament and Council Directives 2000/60/EC, 2001/80/EC, 2004/35/EC, 2006/12/EC, 2008/1/EC and Regulation (EC) No 1013/2006. Official Journal of the European Union: L 140, p. 114-135, 5 de julho de 2009.

- IEA. 20 Years of Carbon Capture and Storage - Accelerating future deployment. Paris: OECD, 22 nov. 2016.
- IPCC, Carbon Dioxide Capture and Storage, Special Report, B. Metz, etc, Cambridge University Press, United Kingdom, 2005.
- IPCC. Global warming of 1,5 °C. United Kingdom and New York: 2018.
- KAPETAKI, Zoe; SCOWCROFT, John. Overview of Carbon Capture and Storage (CCS) Demonstration Project Business Models: Risks and Enablers on the Two Sides of the Atlantic. Energy Procedia, 2017.
- KETZER, João Marcelo Medina et al., Atlas brasileiro de captura e armazenamento geológico de CO₂. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2016.
- QUEENSLAND (Estado). Greenhouse Gas Storage Act 2009. An Act to facilitate greenhouse gas geological storage. Office of the Queensland Parliamentary Counsel. 7 de setembro de 2020.
- RATHMANN, Régis. Opções transversais para mitigação de emissões de gases de efeito estufa, captura, transporte e armazenamento de carbono. Brasília. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. 2017.
- SARKARFARSHI, Ladubec, C., Gracie, R., Dusseault, M. B., Leiss, W., & Krewski, D. Potential technical hazards associated with four North American carbon capture and sequestration projects. International Journal of Risk Assessment and Management, v. 22, n. 3–4, p. 359–383, 2019.
- SENADO FEDERAL. Projeto de Lei nº 1.425 de 2022: Disciplina a exploração da atividade de armazenamento permanente de dióxido de carbono de interesse público, em reservatórios geológicos ou temporários, e seu posterior reaproveitamento. 2022.
- SILVA, Isabela M. M. Definições jurídicas estratégicas para estruturação do marco regulatório da cadeia de Captura e Armazenamento de Carbono. São Paulo, 2022.
- SMITH, K. L. et al. Environmental impacts of CO₂ leakage: Recent results from the ASGARD facility, UK. Energy Procedia, v. 37, p. 791–799, 2013.
- THE COMMISSION ON GLOBAL GOVERNANCE, Our Global Neighborhood. Oxford: Oxford University Press (2-3), 1995.
- UNITED STATES. Health Service Act, Title XIV. Safe Drinking Water Act. Chapter 373 of the 78th Congress, Approved July, 1944, 58 Stat. 682. 20 de dezembro de 2019.
- UNITED STATES. United States Code, Title 42, Chapter 85, ed. 2010. Clean Air Act. Air Pollution Prevention and Control. U.S. Government Publishing Office. Novembro de 2010.
- YANG, Changbing et al. Integrated Framework for Assessing Impacts of CO₂ Leakage on Groundwater Quality and Monitoring-Network Efficiency: Case Study at a CO₂ Enhanced Oil Recovery Site. Environmental Science and Technology, v. 49, n. 14, p. 8887–8898, 2015.
- ZIOGOU, F. et al. Potential environmental impacts of CO₂ leakage from the study of natural analogue sites in Europe. Energy Procedia, v. 37, p. 3521–3528, 2013.