

# 10º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



## **TÍTULO DO TRABALHO:**

OPERAÇÃO E DESCOMISSIONAMENTO DE INSTALAÇÕES DE ARMAZENAMENTO PARA  
ATIVIDADES DE CCS NO BRASIL

## **AUTORES:**

Romario de Carvalho Nunes  
Hirdan Katarina de Medeiros Costa

## **INSTITUIÇÃO:**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

## **OPERAÇÃO E DESCOMISSIONAMENTO DE INSTALAÇÕES DE ARMAZENAMENTO PARA ATIVIDADES DE CCS NO BRASIL**

### **Abstract**

This paper addresses the technical, legal and operational aspects of CCS (Carbon Capture, Transport and Storage) storage facilities with emphasis on the effectively “productive” phase of the stockpile project, with what performance or period of operation and installation of the facility of storage. It will not be studied and analyzed the process of drilling a well and infrastructure installation, an example of ducts and buildings of gas capture and treatment plants. The gas storage phase, selection and authorization of storage activities, installation operation, responsibility during the project period and decommissioning authorization are addressed. The work also analyzes the rules and norms of selected countries using the CCS technical and normative repository composition method, the Brazilian regulatory devices and the activities of regulators (ANP) and supervisors (Ibama), as well as technical practices and procedures for operations by specialized entities and agencies, such as the International Energy Agency (IEA).

### **Introdução**

No contexto contemporâneo, o tema mitigação das mudanças climáticas é objeto de consideração internacional. Neste íterim, empresas e governos buscam alternativas para tratar as mudanças climáticas, causadas, sobretudo, pelo aquecimento global, oportunizado pela intensificação da emissão de gases do efeito estufa. Dentre projetos capazes de amenizar a emissão destes gases, encontra-se a tecnologia denominada Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS). (NUNES; COSTA, 2019)

O Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas - IPCC (2005) define a captura e armazenamento do CO<sub>2</sub> em reservatórios geológicos como um processo que consiste na separação de CO<sub>2</sub>, emitido por fontes estacionárias relacionadas com a produção de energia e também de plantas industriais, no transporte deste CO<sub>2</sub> e seu armazenamento, a longo prazo, em reservatórios geológicos, isolando-o da atmosfera. É possível separar o CO<sub>2</sub> emitido na queima de combustíveis fósseis, processá-lo para a sua forma líquida e transportá-lo por dutos, rodovias ou por via marítima para reservatórios geológicos como minas desativadas, campos de petróleo ou outros locais onde o CO<sub>2</sub> possa ser armazenado. (CÂMARA, 2011)

Estudos do Painel Intergovernamental sobre Clima Change – IPCC (2005), o Fórum das Principais Economias para Energia e Clima - MET (2009) e a Agência Internacional de Energia –AIE (2010) apontaram a necessidade de implantação substancial do CCS para geração de energia movida a fósseis e processos industriais para minimizar os custos previstos para o cumprimento das metas de redução para gases de efeito estufa. (EASAC 2013).

A CCS no Brasil será relevante para a indústria e pode ser crucial para o desenvolvimento de alguns dos “pré-sal” que em alguns poços mostraram concentrações de CO<sub>2</sub> bem acima daquelas encontradas na Bacia de Campos. (BECK, 2011). De forma geral, presença de CO<sub>2</sub> no hidrocarboneto encontrado nos campos do Cluster do Pré-Sal está entre 8 a 12%, considerado significativo em comparação com a composição de outros hidrocarbonetos. (CÂMARA, 2011)

### **Metodologia**

A metodologia utilizada foi baseada em pesquisa bibliográfica qualitativa.

## **Resultados e Discussão**

A fim de facilitar a análise crítica e instigar discussões, este tópico foi agrupado em três temas chaves:

### **1. Aspectos Técnicos**

**CONCEITOS** - O armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> envolve a injeção do gás em formações geológicas a grandes profundidades aos quais destacam-se os campos de óleo e gás, formações salinas profundas e camadas de carvão (IEA, 2010). Cada tipo de reservatório tem suas peculiaridades que, na maioria dos casos, o CO<sub>2</sub> injetado estará em um estado supercrítico (KETZER et al., 2016). Nessa condição, o CO<sub>2</sub> adquire uma densidade típica de líquidos, ocupando, assim, um volume de poro menor, levando a um armazenamento mais eficiente (KETZER et al., 2016). Para garantir o armazenamento em um estado supercrítico, a profundidade mínima estimada para um reservatório é de cerca de 800 metros (m) e rocha reservatária adequada para o armazenamento de CO<sub>2</sub>, com alta permeabilidade e alta porosidade (KETZER et al., 2016).

Segundo o IPCC (2005), as principais opções para o CCS são: a injeção em reservatórios depletados (exauridos) de óleo e gás; o uso do CO<sub>2</sub> para a recuperação avançada de óleo ou gás (EOR/EGR); a injeção de CO<sub>2</sub> em reservatórios profundos saturados não usados de águas salinas; a injeção em camadas profundas de carvão mineral inexploráveis; o uso do CO<sub>2</sub> na recuperação avançada de metano em jazidas de carvão mineral (ECBM) e, outras opções sugeridas: formações basálticas, xisto betuminoso e cavernas. (CÂMARA, 2011)

Após realização de pesquisas para localizar zonas de armazenamento de CO<sub>2</sub>, bem como verificar requisitos legais para a atividade naquele local, é necessário aprofundar o conhecimento geológico do local, a tecnologia aplicada na implementação do projeto e o mapeamento dos riscos envolvidos. (NUNES; COSTA, 2019).

Segundo Ketzer et al. (2016), reservatórios geológicos potenciais para armazenagem de CO<sub>2</sub> devem atender a requisitos que garantam a integridade do local de armazenamento e a eficiência da atividade, como capacidade e taxas adequadas de injetividade (permeabilidade na proximidade de poços de injeção), capacidade de contenção da rocha selo para prevenir a migração ascendente de CO<sub>2</sub> e ambiente geológico geoquimicamente e geomecanicamente estável.

As características da bacia incluem a uma estratigrafia e profundidade de reservatório adequados, regimes geotérmicos e hidrodinâmicos favoráveis e baixa atividade sísmica (KETZER et al., 2016). Nesse sentido, os recursos da bacia devem ser analisados quanto à ocorrência de óleo e gás para EOR (Recuperação Avançada de Petróleo), distância segura dos aquíferos de água doce, disponibilidade de formações salinas profundas (KETZER et al., 2016). Após análise de todos esses macroprocessos, tem-se um estudo alvo, onde questões sociais e econômicas devem ser analisadas para verificar os níveis de desenvolvimento adequados, oportunidades de financiamento e aceitação pública (KETZER et al., 2016).

**BRASIL** - Em relação ao Brasil, as bacias sedimentares do Paraná, Campos, Santos, Potiguar e Recôncavo são classificadas como aquelas com maior prospectividade para o armazenamento de CO<sub>2</sub> no Brasil, principalmente devido à destacada produção de hidrocarbonetos e à presença de campos maduros e, no caso da Bacia do Paraná, à ocorrência de depósitos de carvão. Além disso, essas bacias apresentam boa associação entre fontes e sumidouros, e rede de dutos para o transporte de CO<sub>2</sub>, o que aumenta a sua prospectividade. As emissões de fontes dentro destas bacias (até a zona de 300 km) chegam a cerca de 368 Mt/ano, sendo a Bacia de Campos com maior capacidade teórica para o

armazenamento de CO<sub>2</sub> em campos de petróleo apresentando capacidade teórica estimada em 950 Mt CO<sub>2</sub>, que seria suficiente para armazenar o equivalente a 3,5 anos do total das emissões de fontes estacionárias brasileiras (NUNES; COSTA, 2019).

Diante desta realidade, a Petrobras tem estudado opções para tornar a exploração e produção do hidrocarboneto encontrado no Pré-sal viável quanto à perspectiva da sustentabilidade. (CÂMARA, 2011). O descarte de CO<sub>2</sub> que se espera produzir com os fluxos de hidrocarbonetos no desenvolvimento do pré-sal está sendo estudado de forma abrangente, sendo as seguintes opções avaliadas técnica e economicamente: Recuperação aprimorada de petróleo (EOR) nas áreas anteriores ao Pré-sal; CO<sub>2</sub> armazenamento em aquíferos salinos; EOR em reservatórios pesados de petróleo nos campos de petróleo próximos (Bacia de Santos); Armazenamento de CO<sub>2</sub> em campos de gás esgotados; Armazenamento de CO<sub>2</sub> em cavernas de sal, a ser construído na área do Pré-sal; Transporte de CO<sub>2</sub> para a costa e comercialização em plantas industriais (opção não geológica). (BECK, 2011)

### 2. Aspectos Legais

MARCOS REGULATÓRIOS - Regulação pode ser definida como uma forma de intervenção do Estado para disciplinar o funcionamento dos mercados, limitando, assim, os graus de liberdade dos agentes econômicos nas tomadas de decisão. A ação regulatória se dá por meio de leis, regulamentos e outras regras editadas pelo poder público. (RATHMANN, 2017)

No Brasil, ainda não existe regulação que prevê captura, transporte e armazenamento geológico de dióxido de carbono. Em 2011, foi feita uma proposta de estrutura de regulação para armazenamento geológico no Brasil, não alcançando êxito. (RATHMANN, 2017)

Embora a legislação ambiental brasileira seja muito abrangente e robusta, cobrindo uma ampla gama de tópicos (COSTA et al., 2017), faz-se necessário o desenvolvimento de leis e regulação específicas à atividade de CCS. Em 2018, a Global CCS Institute revisou o CCS-LRI (Legal and Regulatory Indicator), índice que oferece avaliação detalhada dos marcos legais e regulatórios e classificação de cada país, com enfoque em um amplo espectro de acordos administrativos e de permissão ao longo do ciclo de vida do projeto, incluindo questões relacionadas a consultas públicas, impactos ambientais e responsabilidade a longo prazo, ao qual de 55 países analisados o Brasil aparece na 36ª posição.

Do arcabouço jurídico brasileiro, destaca-se como viáveis e aplicáveis às atividades de CCS o art. 225, § 1º, IV da Constituição, que versa sobre o Poder Público exigir, na forma da lei, estudo prévio de impacto à instalação de uma obra ou atividade potencialmente causando degradação ambiental significativa bem como o art. 23, que define a competência comum da União, os Estados, a Distrito Federal e Municípios para proteger o meio ambiente e combater poluição em qualquer das suas formas (COSTA et al., 2017).

A Lei de Crimes Ambientais também merece destaque, pois define a responsabilidade da entidade legal - administrativo, civil e criminal - e também permite que a pessoa física autora da infração seja incriminada. Especificamente em relação ao licenciamento ambiental, as sanções podem resultar em suspensão ou cancelamento de registro, licença ou autorização, perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais, e perda ou suspensão da participação em financiamento a instituições de crédito. (COSTA et al., 2019)

O desenvolvimento de um aparato legal e regulatório deve ser realizado com o conhecimento pleno das leis existentes relevantes, pois o CCS pode ser mais facilmente regulado pela modificação de estruturas existentes, em vez da elaboração de aparatos completamente novos. Em geral, isso pode ocorrer em

conjunto com as jurisdições referentes ao setor de petróleo e gás, como foi realizado no Canadá, Noruega e Austrália. (RATHMANN, 2017)

A estrutura regulatória deve incluir um conjunto de informações e procedimentos (etapas de um projeto, agentes atuantes e órgãos fiscalizadores) para a implementação segura e eficaz de técnicas de CCS no Brasil com o foco principal nas etapas de transporte e armazenamento geológico de CO<sub>2</sub>. (RATHMANN, 2017)

É importante ressaltar que o setor de petróleo e gás domina as técnicas de captura, transporte e injeção de gás em reservatórios geológicos. Ou seja, os agentes atuantes no setor de petróleo e gás no Brasil têm experiência em utilizar tecnologias de separação de gases na produção de gás natural que seriam similares às tecnologias utilizadas para a captura de CO<sub>2</sub>, por exemplo. Sendo assim, faz sentido que o órgão regulador que deverá adequar e fiscalizar projetos de CCS no Brasil tenha expertise em regulação no setor de petróleo e gás natural. A ANP foi considerada possível órgão regulador nesta proposta porque é responsável pela regulação das atividades do setor petróleo no Brasil. O órgão ambiental federal (Ibama) também teria papel relevante no caso de emissões de licenças (prévia, de instalação e operação) nas etapas de um projeto de CCS em que estas são necessárias. (RATHMANN, 2017)

A ANP já exerce suas funções pautadas na legislação do setor e, no caso da responsabilidade ambiental penal, segue a Lei n. 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais) e Decreto nº 3.179 / 99, que a regulamenta (COSTA et al., 2019). Essas normas tratam, em particular, dos aspectos relativos à ação penal, crimes contra o meio ambiente e infrações administrativas. As ações de fiscalização da ANP são realizadas sob a forma de auditorias, através de amostras e análise de dados e evidências, que visam verificar a conformidade do operador com os requisitos da documentação técnica regulamentados pela Resolução ANP 37/2015, que dispõe sobre a concessão de prazo para o tratamento de não-conformidades e eventual elaboração de auto de infração. (COSTA et al., 2019) Portanto, para desempenhar esse papel, a Lei n. 6.938/81 (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente) prevê no artigo 10, § 4º, a competência do IBAMA para atividades de licenciamento e obras com significativo impacto, nacional ou regional, posteriormente, regulado pelo Decreto n. 99.274/90. (COSTA et al., 2019)

### **3. Aspectos Operacionais**

**MONITORAMENTO, REPORTE E VERIFICAÇÃO** - Monitorar as atividades de CCS é essencial para apoiar vários elementos cruciais de segurança e proteção. Monitorar um local de armazenamento de CO<sub>2</sub> geralmente envolverá um portfólio de técnicas de monitorização para detectar a presença ou ausência de CO<sub>2</sub> no armazenamento primário de formação, bem como no complexo de armazenamento e na superfície (NUNES; COSTA, 2019).

A prática de monitoramento do CO<sub>2</sub> envolve várias partes interessadas, incluindo o operador, o órgão regulador e outras partes interessadas do projeto, incluindo o público em geral. Existe uma vasta gama de técnicas de monitoramento disponível, com muitas outras novas técnicas em desenvolvimento (NUNES; COSTA, 2019). Recomenda-se o desenvolvimento robusto de orientação para o monitoramento do desenho do plano em instrumentos legais secundários (que são geralmente mais fáceis de atualizar e alterar do que a legislação primária), ou em documentos de orientação técnica (NUNES; COSTA, 2019).

Para tanto, um Plano de Monitoramento deve ser construído a fim de formalizar e registrar junto aos órgãos reguladores e às licenças uma padronização a ser seguida nesta fase (NUNES; COSTA, 2019).

A padronização e divulgação do Plano de Monitoramento dá robustez ao projeto, demonstra organização da empresa e mostra aos investidores e aos órgãos confiança quanto à estrutura de gestão da empresa e seu empenho no quesito de Qualidade, Segurança, Meio Ambiente e Saúde (NUNES; COSTA, 2019). A Tabela 2 traz o esboço dos quesitos necessários ao Plano em comento.

O monitoramento, a medição e a verificação de CO<sub>2</sub> em projetos de CCS vão além dos limites do reservatório geológico alvo da injeção, ou à rocha selo de confinamento, uma vez que devem ser consideradas todas as áreas em que o CO<sub>2</sub> possa migrar, incluindo solo, corpos d'água e atmosfera (KETZER et al., 2016).

| PLANO DE MONITORAMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Integrar um pedido de autorização de armazenamento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Delinear um programa de monitoramento e métodos de monitoramento suficiente para:<br>(a) continuar o levantamento de base para o local de armazenamento até o início da injeção;<br>(b) monitorizar as instalações de injeção, o local de armazenamento (incluindo a coluna de CO <sub>2</sub> ) e ambiente circundante;<br>(c) comparar os resultados do monitoramento em andamento com o levantamento da linha de base para o local de armazenamento;<br>(d) comparar o comportamento real do local de armazenamento com o comportamento antecipado do local de armazenamento baseado nos resultados do processo de caracterização do site e monitoramento dos resultados;<br>(e) detectar e avaliar vazamentos significativos, migração não intencional ou outra irregularidade no local de armazenamento;<br>(f) quantificar, conforme exigido pela autoridade competente, os volumes de CO <sub>2</sub> associados vazamento significativo ou migração não intencional;<br>(g) detectar a migração de CO <sub>2</sub> ;<br>(h) detectar efeitos adversos significativos para o meio ambiente; e<br>(i) avaliar a eficácia de quaisquer medidas corretivas tomadas. |
| Basear-se em no plano de monitorização específico do local, conforme aprovado pela autoridade competente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Reportar resultados à autoridade relevante periodicamente para exigido pela autoridade competente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Ter um plano de monitorização atualizado para os casos de:<br>(a) mudanças no risco avaliado de vazamento;<br>(b) mudanças no risco avaliado para o meio ambiente;<br>(c) alterações no risco avaliado para a saúde humana;<br>(d) novos conhecimentos científicos; e<br>(e) melhorias na melhor tecnologia disponível.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

Tabela 2: Plano de Monitoramento e seus quesitos  
Fonte: (NUNES; COSTA, 2019).

Durante o período de encerramento, o operador deve realizar atividades em conformidade com os requisitos da presente estrutura, como monitoramento do local de armazenamento e relatórios de monitoramento dos resultados ao órgão regulador, tomando quaisquer medidas corretivas e/ou medidas de remediação bem como quaisquer outras atividades previstas no plano de encerramento do operador aprovado pelo órgão regulador (IEA, 2010). O operador deve, a seu custo, descomissionar o local de armazenamento de forma satisfatória (IEA, 2010).

O objetivo do monitoramento na fase de fechamento deve ser para continuar a detectar e medir o nível de CO<sub>2</sub> estabilização e eficácia da captura de CO<sub>2</sub> na subsuperfície (IEA, 2010). Os operadores devem ser obrigados a continuar a preparar relatórios de monitoramento e atualizações de acordo com os requisitos em marcos regulatórios (IEA, 2010). A correspondência de histórico e recalibração de modelos de subsuperfície também devem continuar na fase de encerramento (IEA, 2010). Se observações e previsões de comportamento de nível de CO<sub>2</sub> estão convergindo, o operador e ao órgão regulador devem considerar a evidência disponível de desempenho de armazenamento - avançando para a autorização de fechamento e transferência de responsabilidade para o local de armazenamento de CO<sub>2</sub>, se aplicável (IEA, 2010).

### **Conclusões**

De forma geral, se existir um incentivo para a utilização da tecnologia de CCS no Brasil, seja por meio de financiamentos públicos ou taxas sobre as emissões, estudos exploratórios apontam para um potencial de mitigação de CO<sub>2</sub>, somente para as províncias petrolíferas do Pré-sal e da Bacia do Recôncavo, estimado em função da capacidade anual de emissões, um total de 26,4 Mt CO<sub>2</sub>/ano mitigado. Estudos revelam que o potencial dos possíveis reservatórios geológicos do Brasil de armazenamento é de aproximadamente 2000 Gt (bilhões de toneladas) de CO<sub>2</sub>. (CÂMARA, 2011)

A implantação das atividades de CCS no Brasil e no mundo e o desenvolvimento das tecnologias associadas são extremamente necessárias para o abatimento de quantidade relevante de dióxido de carbono na atmosfera nas próximas décadas. Contudo, em virtude das inúmeras vertentes abrangidas, seja no aspecto técnico, legal ou operacional, o CCS deve ser tratado no âmbito internacional como um projeto, ou seja, com elaboração de propostas claras e metas factíveis para implementação – aos moldes do Acordo de Paris – com estabelecimento de metas de tonelagem de dióxido de carbono capturado e armazenado, métodos de incentivo aos investimentos públicos e privados, acordos formais fechados e cancelados pelos poderes Legislativo e Executivo dos países (NUNES; COSTA, 2019).

A criação de programas de reconhecimento e disseminação da prática de captura e armazenamento de CO<sub>2</sub> também deve ser incentivada como forma de difusão da tecnologia à população em geral e ganho da confiança e apoio da opinião pública (NUNES; COSTA, 2019).

Neste ínterim, os órgãos competentes – como a ANP –, eventualmente com participação de outros órgãos e entidades governamentais, da iniciativa privada e organizações internacionais, devem criar um ambiente jurídico seguro às atividades de CCS no Brasil, com o estabelecimento claro dos direitos e deveres, das condições de operação e descomissionamento dos projetos bem como diretrizes específicas para todas as fases dos projetos (NUNES; COSTA, 2019).

### **Agradecimentos**

Agradecemos o apoio do RCGI – Research Centre for Gas Innovation, localizado na Universidade de São Paulo (USP) e financiado pela FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (2014/50279-4) e Shell Brasil, e a importância estratégica do apoio dado pela ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) através do incentivo regulatório de P&D.

## **Referências Bibliográficas**

- BECK, Brendan et al., The Current Status of CCS development in Brazil. Energy Procedia, 2011.
- BRASIL, Constituição (1988).
- BRASIL, Lei nº 6.938 (1981).
- BRASIL, Decreto nº 3.179 (1999).
- BRASIL, Decreto nº 99.274 (1990).
- BRASIL, Lei nº 9.605 (1998).CAVALCANTI, A. B.; COSTA, H. K. M.; FREITAS, L. R.. Lei de Crimes Ambientais: aplicações e reflexos atinentes à indústria do petróleo e gás. In: YANKO MARCIUS XAVIER; NIZOMAR. (Org.). Direito Ambiental aplicado à indústria de petróleo e gás natural. 1ed.FORTALEZA: KONRAD ADENAUER, 2005, v., p. 87-130.
- CÂMARA, George et al., Tecnologia de armazenamento geológico de dióxido de carbono: panorama mundial e situação brasileira. Revista Eletrônica Sistemas & Gestão. Volume 6, Número 3, 2011, pp. 238-253v
- COSTA, HIRDAN K. M.; MUSARRA, RAÍSSA M. L. M. ; E SILVA, ISABELA MORBACH MACHADO ; DE CARVALHO NUNES, ROMÁRIO ; CAVALCANTE, ISRAEL LACERDA ; CUPERTINO, SILVIA ANDREA . Legal Aspects of Offshore CCS: Case Study - Salt Cavern. Polytechnica, v. 1, p. 1-10, 2019.
- 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.
- EASAC (2013) European Academies Science Advisory Council - Carbon capture and storage in Europe. Halle.
- HAVERCROFT, Ian. CCS LEGAL AND REGULATORY INDICATOR (CCS-LRI). Global Institute. 2018
- IEA (2010) Carbon Capture and Storage- Model Regulatory Framework. Paris: OECD/IEA, 130pp.
- IPCC, Carbon Dioxide Capture and Storage, Special Report, B. Metz, etc, Cambridge University Press, United Kingdom, 2005.
- KETZER, João Marcelo Medina et al., Atlas brasileiro de captura e armazenamento geológico de CO2. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2016.
- NUNES, Romario; COSTA, Hirdan Katarina de M. Operação e fechamento de instalações de armazenamento para atividades de CCS no Brasil. In: Costa, Hirdan Katarina de Medeiros (org.). Aspectos Jurídicos da Captura e Armazenamento de Carbono. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2019
- 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