

Principais aspectos do licenciamento ambiental para captura e estocagem de dióxido de carbono no Brasil

Main aspects of environmental licensing for carbon dioxide capture and storage in Brazil

DOI:10.34117/bjdv7n3-164

Recebimento dos originais: 08/02/2021

Aceitação para publicação: 23/03/2021

Hirdan Katarina de Medeiros Costa

Doutora em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo (PPGE/USP). Mestre em Direito de Energia e de Recursos Naturais pela Universidade de Oklahoma (OU), nos Estados Unidos. Pós-Doutora em Sustentabilidade pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP (EACH/USP). Pós-Doutora em Energia no Instituto de Energia e Ambiente da USP, Advogada, Professora Colaboradora no PPGE/USP, Vice-Coordenadora do Programa de Políticas de Energia e Economia e Coordenadora dos Projetos 21 e 42, ambos do Centro de Pesquisa para Inovação em Gás - FAPESP/Shell.

Endereço: Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Butantã, São Paulo - SP, 05508-010

E-mail: hirdan@usp.br

Raíssa Moreira Lima Mendes Musarra

Doutora Em Ciências Sociais - Sociologia Pelo Programa De Ciências Sociais Da Universidade Federal Do Pará - Ppgcs-Ufpa Com Estágio Doutoral Na Universidade De Paris - Paris Xiii. Advogada E Pesquisadora Em Nível De Pós-Doutoramento Do Programa De Pós-Graduação Em Ciência Ambiental (Procam) Vinculado Ao Instituto De Energia E Ambiente Iee/Usp, Bolsista Fusp Do Centro De Pesquisa Para Inovação Em Gás - Fapesp/Shell (Rcgi). Pesquisadora Da Esaoab/Sp.

Endereço: Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Butantã, São Paulo - Sp, 05508-010

E-mail: raissa.musarra@usp.br

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de expor os principais aspectos do licenciamento ambiental da captura e estocagem de dióxido de carbono no Brasil. Para tanto, aborda de modo geral o panorama da tecnologia de CCS e, paralelamente, a atual configuração relativa ao licenciamento ambiental no Brasil, para, finalmente, traçar conclusões sobre quais aspectos do licenciamento recaem sobre tais atividades no atual cenário normativo brasileiro. Faz-se uso de estudo de caso, focando as particularidades do licenciamento para o mesmo, qual seja, CCS em cavernas de sal offshore na região do Pré-sal no Brasil para atender emissões oriundas da indústria de petróleo e gás natural. O método de pesquisa é o monográfico com estudo de caso, com técnicas de pesquisa bibliográfica e normativa, em conjunto com analogia respaldada no Direito Brasileiro.

Palavras-Chave: Licenciamento ambiental, Cavernas de Sal, Carbon Capture and Storage. Mitigação de Emissões de Dióxido de Carbono.

ABSTRACT

This paper aims to present the main aspects of environmental licensing for carbon dioxide capture and storage in Brazil. To this end, it addresses the CCS technology landscape in

general and, in parallel, the current configuration of environmental licensing in Brazil, to finally draw conclusions about which aspects of licensing fall on such activities in the current Brazilian regulatory scenario. A case study is used, focusing on the particularities of licensing for the same, that is, CCS in offshore salt caverns in the Pre-salt region in Brazil to meet emissions from the oil and natural gas industry. The research method is monographic with a case study, with bibliographic and normative research techniques, together with analogy supported by Brazilian Law.

Key Words: Environmental licensing, Salt Caves, Carbon Capture and Storage. Mitigation of Carbon Dioxide Emissions.

1 INTRODUÇÃO

Os principais aspectos do licenciamento ambiental da captura e estocagem de dióxido de carbono no Brasil, em especial ao objeto de estudo de caso, ou seja, a utilização de cavernas de sal para estocagem geológica na região do Pré-sal são o mote deste trabalho. Aborda, assim, a tecnologia de CCS e a atual configuração relativa ao licenciamento ambiental no Brasil, e sua conseqüente repercussão quanto às atividades de CCS em questão.

O método monográfico (LAKATOS e MARCONI, 1991) reputou-se o mais adequado para a condução da pesquisa, pois o mesmo permite observar a especificidade do caso a fim de obter generalizações, e, diante da incipiente discussão acadêmica sobre o objeto no país, apesar de alguns aspectos tecnológicos já em andamento no Brasil, prioriza-se o estudo de caso, e utiliza-se as técnicas de pesquisa bibliográfica e normativa. Considerando a lacuna de normativa específica no ordenamento jurídico brasileiro para tratar do tema aqui exposto, utiliza-se a analogia presente na Lei de Introdução às Normas do Direito Brasileiro¹, entendida como processo integrativo para aplicação de normas já existentes em casos semelhantes para a condução das atividades de CCS no Brasil.

Parte-se, portanto, da analogia para tratar o enquadramento do licenciamento das atividades relativas à captura e estocagem de carbono. Assim, no primeiro momento, procedemos à sua descrição e, posteriormente, à normativa já existente para atividades similares, apontando respostas à seguinte pergunta: Quais regras se aplicam ao licenciamento ambiental de atividades de captura e estocagem de carbono, e, mais

¹ Art. 4º Quando a lei for omissa, o juiz decidirá o caso de acordo com a analogia, os costumes e os princípios gerais de direito. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/Del4657compilado.htm. Acesso em: jun. 2019.

especificamente, àquelas relacionadas à utilização de cavernas de sal como *locus* de estocagem?

2 CCS E O CONTEXTO TECNOLÓGICO

Captura e armazenamento de carbono, do inglês *Carbon Capture and Storage* (CCS)², compõem um processo de reconhecido potencial de atuação no cumprimento das metas climáticas ao proporcionar a descarbonização de processos industriais. Tais atividades já possuem suficiente maturidade técnica, contudo, ainda não foram implantadas na escala esperada (BUI et al., 2018). O contexto atual de cumprimento dos compromissos com a COP21 com a limitação do aquecimento global reforça sua implementação. Porém, estudos anteriores evidenciaram barreiras não-técnicas, comerciais e políticas para a implantação do CCS em larga escala (BUI et al., 2018).

Nessa linha, passa-se a entender que fontes antropogênicas de emissão de carbono precisam ser monitoradas para reversão de seus impactos e a captura, consistente no processo de direcionamento do gás carbônico para determinada estrutura que o contenha, evitaria sua dispersão na atmosfera através da estocagem, que, em regra, é a estocagem geológica.

Essa tecnologia consiste, de acordo com Ketzer et al (2016), no processo integrado de captura e separação do CO₂ proveniente de fontes estacionárias (indústrias, usinas geradoras de energia, etc.), transporte a um local de armazenamento adequado e injeção no espaço poroso de formações rochosas subterrâneas profundas, configurando-se em uma das mais importantes tecnologias disponíveis para reduzir as emissões de CO₂ devido ao volume de CO₂ que pode ser armazenado em meios geológicos durante milhões de anos, composta por quatro etapas básicas: 1) captura e separação do CO₂ de outros gases originados da fonte emissora estacionária, para atingir um fluxo de alta pureza (tipicamente superior a 90%); 2) transporte de CO₂ desde a fonte emissora até o local de armazenamento, o qual pode ser feito por meio de dutos, caminhões ou navios-tanque; 3) armazenamento de CO₂ em distintas formações geológicas, cada uma com vantagens e desvantagens específicas e propriedades apropriadas de permeabilidade e porosidade; 4) medição, monitoramento e verificação de CO₂ antes, durante e após a fase de injeção em uma formação geológica; as formações referidas na literatura para armazenamento seguro

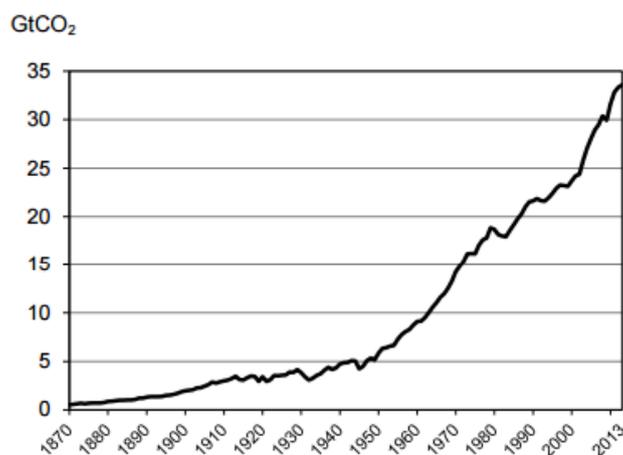
² A IEA (International Energy Agency) inclui no conceito de CCS o termo “Transport” (IEA, 2019), assim, para os objetivos deste texto, entende-se CCS enquanto Captura, Transporte e Armazenamento de CO₂.

de grandes quantidades de CO₂ são: campos de óleo e gás; formações salinas profundas; camadas de carvão (KETZER et al, 2016).

Estudos anteriores apontam que a implementação de um projeto de armazenamento supõe fatores favoráveis como: Características e recursos da bacia; Maturidade da indústria de petróleo e infraestrutura; Questões sociais e econômicas, como níveis de desenvolvimento adequados, oportunidades de financiamento, aceitação pública (KETZER et al, 2016; BUI et al, 2018; ELKINS et al, 2017).

2.1 PANORAMA GLOBAL DE PROJETOS DE CCS

Segundo Elkins et al. (2017) a opção de mitigação de CO₂ a longo prazo é fortemente dependente da existência de políticas e regulamentações destinadas a criar uma demanda por energia de baixo carbono e produção, ou para a remoção de CO₂ que proporcione informação sólida e compreensível estrutura legal para permitir que os investidores e desenvolvedores de projetos procedam com confiança. Os níveis de emissões de dióxido de carbono sofreram aumento exponencial após a revolução industrial, atingindo em torno de 35 giga toneladas no ano de 2013, conforme a figura seguir, influenciando diretamente o efeito estufa e, conseqüentemente, o aquecimento global, devido a mudanças na concentração de gases de efeito estufa na atmosfera³, mudanças em função do aumento insustentável das emissões antrópicas dos gases, em que o dióxido de carbono ganha destaque.



Fonte: Rocha, Santos e Costa, 2017.

³ Quando existe um balanço entre a energia solar incidente e a energia refletida na forma de calor pela superfície terrestre, o clima se mantém praticamente inalterado. Entretanto, o balanço de energia pode ser alterado de várias formas, dentre elas, graças à alteração na quantidade de energia de maiores comprimentos de onda refletida de volta ao espaço, devido a mudanças na concentração de gases de efeito estufa na atmosfera.

De acordo com Bui et al. (2018), nos últimos anos, grandes progressos foram feitos na área de armazenamento de CO₂, havendo desafios pendentes na área de monitoramento e verificação de armazenamento, sendo a detecção de vazamentos e sua remediação áreas-chave para pesquisa, requisitando urgente compreensão da capacidade regional de armazenamento de CO₂, como esta capacidade ela muda com o uso e como pode evoluir ao longo do tempo.

A implantação das tecnologias de CCS emergiu no cenário político mais amplo em vários países dependentes de combustíveis fósseis. Segundo Bui et al (2018), no Canadá, províncias ricas em recursos de Saskatchewan e Alberta assumiram a liderança; nos EUA, os projetos foram impulsionados no Texas, Mississippi e Alabama; na Europa, Noruega, Holanda e Reino Unido ganham notoriedade enquanto principais produtores europeus de gás natural; e Austrália, diante dos esforços empreendidos para uma liderança geral ao criar um Instituto Global de CCS, sob altos financiamentos.

Rocha et al. (2019) reportam que há 38 projetos existentes e 17 projetos de larga escala em operação. E, em mais de 100 projetos em todo o mundo, o CO₂ injetado tem sido utilizado para recuperar petróleo adicional, técnica conhecida como Recuperação Avançada de Petróleo (EOR, do inglês *Enhanced Oil Recovery*), em sua maioria, localizados nos Estados Unidos (ELKINS et al., 2017; KETZER et al., 2013).

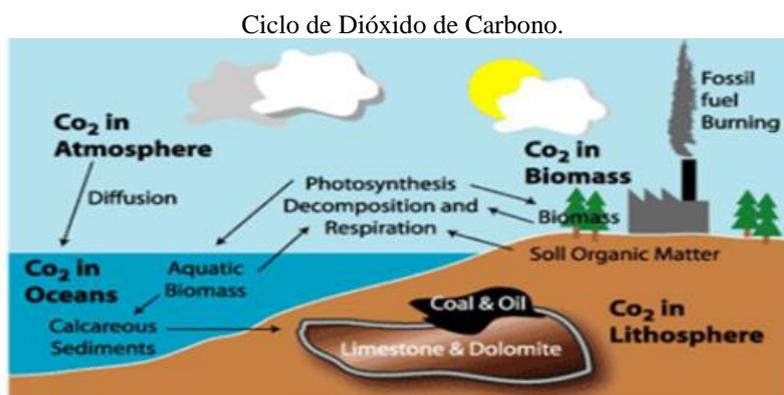
Distribuição espacial de projetos de CCS.



Fonte: Rocha, Santos e Costa, 2017.

Assim, segundo Ketzer et al. (2013) a injeção de CO₂ pode ser realizada especialmente, mas não exclusivamente, em campos de óleo e gás, esta última operação

pode aumentar a produção de hidrocarbonetos resultando em benefícios econômicos⁴, com o diferencial de que tais projetos utilizam dados geológicos já existentes sobre os campos, adquiridos em sua exploração e desenvolvimento. O uso do CO₂ como fluido de injeção para recuperação adicional de petróleo e gás tem sido usado por várias décadas, com especial destaque nos Estados Unidos. (ELKINS et al., 2017; KETZER et al., 2013). A figura abaixo representa o ciclo de dióxido de carbono e seu potencial aprisionamento geológico.



Fonte: Rocha, Santos e Costa, 2017.

Esse tipo de armazenamento de CO₂ pode ser feito em diversas unidades geológicas no território nacional e depende de vetores econômico, tecnológico e logístico. O Brasil tem potencial favorável para armazenamento geológico de CO₂, com grande área recoberta por bacias sedimentares, em território continental e na área oceânica, tendo a maioria das fontes emissoras estacionárias, situadas nas proximidades de tais bacias, com destaque para a região Sudeste (KETZER et al., 2013; COSTA et al., 2018).

2.2 OPORTUNIDADES PARA PROJETOS DE CCS NO BRASIL

No Brasil, as bacias da margem continental se destacam como as principais produtoras de hidrocarbonetos, dentre elas a Bacia de Campos, localizada na região do PreSal⁵, é a maior produtora, com 80% da produção nacional de petróleo e com perspectivas de ser a responsável pela maior produção de hidrocarbonetos no Brasil a

⁴ Campos de petróleo maduros são aqueles em que a produção de hidrocarbonetos está em seus estágios finais, enquanto os campos depletados são aqueles em que somente permanece o petróleo residual (aprisionado nos poros da rocha reservatório) (KETZER et al., 2013).

⁵ A camada pré-sal é a terceira classificada abaixo do nível do mar, sob as camadas pós-sal e sal, e chega a mais de sete mil metros abaixo da superfície do mar. A chamada região do PreSal representa um novo potencial petrolífero para o país, fica situada nas bacias do Sul e Sudeste do Brasil e tem cerca de 800 quilômetros de extensão e 200 quilômetros de largura.

partir de 2025, momento em que a produção deve aumentar substancialmente (KETZER et al., 2013). O aumento da produção demandará maior quantidades de emissões de CO₂, de modo que as operações de CCS podem servir enquanto alternativa de mitigação deste cenário (COSTA et al., 2018).

Vale dizer que a Bacia do Recôncavo, localizada na região nordeste do Brasil, possui 80 campos de petróleo com produção ativa, cujo campo de Buracica, tem sido usado para recuperação avançada de petróleo com CO₂, com injeção contínua deste desde 1987 (KETZER et al., 2013)⁶.

Outro ponto a favor das atividades é o fato de que o Brasil tem uma infraestrutura de mais de 15.400 quilômetros (km) de dutos que, em tese, poderiam ser utilizados para o transporte de CO₂, o que diminuiria problemas de uso da terra e propriedade (KETZER, 2013).

Em razão do aumento esperado da produção de hidrocarbonetos gasosos na região costeira, nas Bacias de Santos, de Campos e do Espírito Santo, e pela característica de determinados campos, cujo aproveitamento de sua parcela gasosa não se viabiliza economicamente apenas pela via do processamento em UPGN (unidades de processamento de gás natural), há necessidade de processá-lo de maneira tecnicamente segura e a custos exequíveis.

Dessa forma, em campos com elevado teor de CO₂ no hidrocarboneto, é possível realizar a produção, a separação das parcelas líquidas e gasosas, executar a injeção da segunda tal que permita, sob condições que tornem separável físico-quimicamente e com baixo custo, o dióxido de carbono e o metano, por exemplo.

Presentes na região do Pré-sal, rochas evaporíticas são compostas por minerais da família dos haletos, dos sulfossais, dos carbonatos e dos fosfatos. Os principais componentes estão nos haletos e são representados majoritariamente por halita (cloreto de sódio). A halita apresenta, como característica reológica (relativa a deformação e fluxo de matéria), elevada resistência à compressão simples relativamente aos demais minerais evaporíticos.

⁶ De acordo com Ketzer et al. (2012) esta bacia tem sido explorada por mais de 70 anos e muitos de seus campos de petróleo estão maduros, ou seja, estão na fase final de exploração. A injeção de CO₂ (obtido de uma fábrica de fertilizantes nas proximidades) no campo de Buracica (- localizado a 120 km de Salvador, capital do estado da Bahia) foi alternada com água em sete poços para obter uma maior recuperação a partir do reservatório. O armazenamento começou em 1991 e até 2005 o reservatório já havia armazenado 600.000 toneladas de CO₂. O monitoramento de possíveis vazamentos de CO₂ na superfície utilizando técnicas geoquímicas também foi realizado. O projeto foi muito bem-sucedido, resultando na produção de petróleo parcialmente sustentada a partir do campo por aproximadamente 20 anos.

Consideradas enquanto sítios estáveis estruturalmente, em que seja possível instalar poços injetores de água para a dissolução de parte da estrutura salina, tais rochas podem ser potenciais formações para a construção de “caverna de sal” artificialmente (CIOTTA et al, 2020).

Assim, realiza-se a injeção do gás de maneira a manter as condições de tensões prévias à dissolução como condição necessária para que não haja colapso da estrutura recém construída. Então, o hidrocarboneto com alto teor de CO₂ pode ser injetado em condições que permitam a separação físico-química de ambas as parcelas, quais sejam: o dióxido de carbono em estado supercrítico e o metano como gás. O processo de descomissionamento coincidiria com o completo preenchimento por CO₂ para posterior abandono do poço.

Da forma como se projeta, as cavernas de sal podem ser escaláveis, com custos distribuídos ao longo do desenvolvimento do campo petrolífero e melhor aproveitamento dos recursos energéticos. Entretanto, a atividade desenvolvida de forma inadequada, pode ter a estrutura comprometida e o consequente vazamento dos fluidos para as camadas subjacentes, ou ainda para a atmosfera.

2.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO DE CASO

Como visto, há aumento esperado da produção de hidrocarbonetos gasosos na região costeira, nas Bacias de Santos, de Campos e do Espírito Santo, da região do Pré-sal, portanto, em ambiente *offshore*, e a característica destes campos, com elevado teor de CO₂ no hidrocarboneto, ensejam a possibilidade de injeção do dióxido de carbono já separado. Tais bacias são aqui apontadas enquanto estudo de caso, pois as mesmas comportam sítios estáveis estruturalmente, em que é possível instalar poços injetores de água para a dissolução de parte da estrutura salina, sendo responsável pela formação da caverna de sal artificialmente, para, em seguida, realizar-se a injeção do dióxido de carbono.

Considerando que uma caverna offshore a 300 km da costa e a 3.440 metros de profundidade, comporte 1,5 milhões de metros cúbicos de standard por dia (3,840 bilhões de quilos de CO₂ em estado supercrítico), a mesma poderia suportar o descarte de CO₂ de um campo de produção de petróleo, por exemplo, por até 7 anos até o consequente fechamento da mesma (MAIA, 2018). Assim, por exemplo, uma estação central de que contenha a ordem de 15 cavernas - e esteja localizada em domo salino sem estruturação - poderia acumular o CO₂ emitido de até 15 campos de petróleo e gás no mesmo período,

ou de menor quantidade de campos em maior lapso temporal, de acordo com o conveniente demandado pelo excedente dos processos produtivos. O conjunto comportaria, então, mais de 108 milhões de toneladas de CO₂ (MAIA, 2018).

Vale lembrar que as atividades de CCS podem ser interpretadas enquanto tecnologia orientada para a proteção dos recursos ambientais no sentido de que evitaria a emissão de importantes Gases do Efeito Estufa e sua implementação pode figurar dentre aquelas estimuladas nos princípios da Política Nacional do Meio Ambiente. Assim:

Art 2º - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios: VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

E ao tratar dos objetivos da política nacional do meio ambiente, a mesma lei prevê:

Art 4º - A Política Nacional do Meio Ambiente visará: I - à compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico; IV - ao desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais; Parágrafo único - As atividades empresariais públicas ou privadas serão exercidas em consonância com as diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente.

No mesmo sentido, a Lei nº 9.478/97, que dispõe sobre a política energética nacional e as atividades relativas ao monopólio do petróleo tem entre seus princípios:

Dos Princípios e Objetivos da Política Energética Nacional. Art. 1º As políticas nacionais para o aproveitamento racional das fontes de energia visarão aos seguintes objetivos: IV - proteger o meio ambiente e promover a conservação de energia; XVIII - mitigar as emissões de gases causadores de efeito estufa e de poluentes nos setores de energia e de transportes, inclusive com o uso de biocombustíveis. (Incluído pela Lei nº 12.490, de 2011)

Nessa linha, entende-se que o estímulo ao CCS como "desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais" encontra aplicabilidade no ordenamento brasileiro.

Mesmo em caráter experimental, tais atividades podem ensejar riscos ambientais, tais como ocasionalmente ter a estrutura comprometida e o consequente vazamento dos fluidos para as camadas subjacentes, ou ainda para a atmosfera.

Portanto, podemos dizer que existe probabilidade de causar danos ao meio ambiente, o que enseja nos termos do inciso IV do artigo 225 da Constituição Federal de 1988, a realização de estudo prévio de impacto ambiental. E, nessa seara, para fins de adequação dessas atividades ao regramento ambiental, é pertinente observar que se está sob égide dos instrumentos qualificados na Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, quais sejam, avaliação do impacto ambiental e licenciamento.

3 LICENCIAMENTO AMBIENTAL: RELEVÂNCIA PARA ATIVIDADES DE CCS

3.1 CONSTITUIÇÃO FEDERAL

O conceito de impacto ambiental da melhor doutrina sobre a temática (Sanchez, 2013) é “alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana”. Impacto ambiental, é, então, o resultado de uma ação humana, que é sua causa.

A trajetória normativa que estabeleceu os procedimentos de Avaliação de Impacto Ambiental no Brasil teve uma primeira fase de institucionalização nas legislações estaduais, porém, firmou-se a partir da legislação federal, inicialmente na Lei. 6.803/80, para subsidiar o planejamento territorial dos locais oficialmente reconhecidos como “áreas críticas de poluição”, e depois, efetivamente com a aprovação da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (6.938 de 1981), confirmada no artigo 225 da Constituição Federal (Sanchez, 2013). Assim:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

...

IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

A Regulamentação específica da Lei 6.938/81 foi o Decreto Federal 88.351 de 1983 que determinou que cabia ao Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente) fixar os critérios básicos segundo os quais seriam exigidos estudos de impacto ambiental para licenciamento, este decreto foi revogado e substituído pelo Decreto 99.274 de 1990, que manteve o dispositivo inalterado (Sanchez, 2013). Assim, a Resolução 1/86, fixou tais critérios básicos, estabelecendo uma série de requisitos. Este conselho é composto por

representantes do governo federal, de governos estaduais e de entidades da sociedade civil, incluindo organizações empresariais e organizações ambientalistas. A resolução estabelece, dentre outras coisas, uma lista de atividades sujeitas a AIA como condição para licenciamento ambiental.

No Brasil, processo de avaliação de impacto ambiental é vinculado ao licenciamento ambiental, que hoje tem suas competências direcionadas pela Lei Complementar 140 de 2011, distribuindo competências a todos os entes federativos (Estados, Municípios e União), cabendo ao Ibama – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, criado em 1989 pela fusão de órgãos já existentes, enquanto instituição federal, o licenciamento de obras ou atividades de competência da União. Avaliação de Impacto Ambiental, nesta senda, é o processo de exame das consequências futuras de uma ação presente ou proposta (SÁNCHEZ, 2013).

3.2 LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Conforme a norma constitucional, estudos ambientais são exigíveis para obter-se autorização governamental para realizar atividades que utilizem recursos ambientais ou tenham o potencial de causar degradação ambiental. A licença é, em suma, esta autorização e tem caráter preventivo pois seu emprego visa evitar a ocorrência de danos ambientais e estabelecer regras para a apropriação dos recursos naturais, regulando conflitos entre agentes econômicos e entre estes e a sociedade (SÁNCHEZ, 2013).

O licenciamento ambiental é uma das manifestações do poder de polícia do Estado, que é o poder de limitar o direito individual em benefício da coletividade. Para o Direito Administrativo, licença é ato administrativo unilateral e vinculado (à legislação e aos regulamentos) pelo qual a Administração faculta àquele que preencha os requisitos legais o exercício de uma atividade, partindo-se da premissa de que o direito preexiste à licença, que reconhece o mesmo. Como não há direito preexistente de um empreendedor obter uma licença ambiental, cabendo ao poder público, no caso o órgão licenciador, analisar o projeto pretendido e seus impactos ambientais para decidir se é ou não conveniente concedê-la e quais condições podem ser impostas para que seja concedida, a natureza jurídica do licenciamento ambiental seria de “Autorização”, posto que esta pressupõe um juízo de valor e o direito ao exercício da atividade só nasce da vontade do Estado e no momento em que é expedida a autorização. (MUKAI, 1992; SÁNCHEZ, 2013).

Neste sentido, a Lei 6.938/81 trouxe, em seu plano de instrumentos de ação (art. 9º, modificada pelas leis 7.004/89 e 8.028/90), a avaliação de impacto ambiental (art. 9º, inc. III) e o licenciamento ambiental e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras (art. 9º, inc. IV), que até sua promulgação somente existia em alguns estados brasileiros. Como dito, cabe ao Conama o estabelecimento de normas e critérios para o licenciamento de atividade efetiva ou potencialmente poluidora (art 8º, inciso I), mesmos aqueles licenciamentos a serem concedidos pelos estados e supervisionados pelo IBAMA.

De acordo com o artigo 10º da Política Nacional de Meio Ambiente, são as seguintes as condições para exigência de licença:

Art. 10 - A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigíveis.

O licenciamento foi detalhado no decreto 99.351/83, revogado e substituído pelo Decreto 99.274/90, segundo este:

Art. 19. O Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as seguintes licenças:

I - Licença Prévia (LP), na fase preliminar do planejamento da atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo;

II - Licença de Instalação (LI), autorizando o início da implantação, de acordo com as especificações constantes do Projeto Executivo aprovado; e

III - Licença de Operação (LO), autorizando, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição, de acordo com o previsto nas Licenças Prévia e de Instalação.

§ 1º Os prazos para a concessão das licenças serão fixados pelo CONAMA, observada a natureza técnica da atividade.

§ 2º Nos casos previstos em resolução do CONAMA, o licenciamento de que trata este artigo dependerá de homologação do IBAMA.

§ 3º Iniciadas as atividades de implantação e operação, antes da expedição das respectivas licenças, os dirigentes dos Órgãos Setoriais do IBAMA deverão, sob pena de responsabilidade funcional, comunicar o fato às entidades financiadoras dessas atividades, sem prejuízo da imposição de penalidades, medidas administrativas de interdição, judiciais, de embargo, e outras providências cautelares.

A licença prévia é solicitada quando o projeto técnico está em preparação, a localização ainda pode ser alterada e alternativas tecnológicas podem ser estudadas e o

empreendedor ainda não investiu no detalhamento do projeto e diferentes conceitos podem ser estudados e comparados. A licença de instalação, concedida em seguida, supõe projeto técnico detalhado, atendendo às condições da licença anterior e a licença de operação é concedida depois de construído o projeto e em condições de operar, de acordo com as condições da licença anterior (SÁNCHEZ, 2013).

Outro instrumento regulador do licenciamento é a Resolução nº 237 de 1997 do Conama, de acordo com seu artigo 1º:

Art. 1º - Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:
I - Licenciamento Ambiental: procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.
II - Licença Ambiental: ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente, estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 237/97, as licenças teriam os seguintes prazos: para LP, máximo de cinco anos; para LI, máximo de seis anos; e para LO, entre quatro e dez anos.

Os pedidos de renovação das licenças devem ser apresentados com no mínimo 120 dias de antecedência da data expiração da validade para que a licença anterior permaneça válida e eficaz até a nova análise pelo órgão ambiental, que terá seis meses a contar do protocolo do requerimento para análise da solicitação.

Desde a publicação desta Resolução o Ibama passou a ampliar sua atuação no licenciamento ambiental e a Lei Complementar 140/11 procurou dar mais clareza à repartição das competências atribuindo ao Ibama, dentre outras coisas, o licenciamento de empreendimentos e atividades: localizados ou desenvolvidos no mar territorial, na plataforma continental ou na zona econômica exclusiva. Em suas decisões de licenciamento, o Ibama deve ouvir os órgãos ambientais dos estados e municípios, e, se for o caso, de outros órgãos da administração pública e, ainda, pode o Ibama delegar aos Estados o licenciamento de atividade com significativo impacto ambiental de âmbito regional.

Especificamente para licenciamentos em ambiente offshore, há a Resolução 23 de 1994 ambiental de exploração, perfuração e produção de petróleo e gás natural do Conama. Há a Resolução 350 de 2004, sobre licenciamento ambiental específico das atividades de aquisição de dados sísmicos marítimos e em zonas de transição. E a Resolução 398 de 2008, que dispõe sobre conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos e outras instalações.

O Decreto 8.437/15 impõe competência da União – e, assim, do IBAMA – o licenciamento das atividades de exploração e produção de petróleo, gás natural e outros hidrocarbonetos fluidos, quando:

- a) exploração e avaliação de jazidas, abrangendo as atividades de aquisição sísmica, coleta de dados de fundo, perfuração de poços e teste de longa duração no offshore ;
- b) produção, compreendendo as atividades de perfuração de poços, implantação de sistemas de produção e escoamento, quando realizada no offshore; e
- c) produção, quando realizada a partir de recurso não convencional de petróleo e gás natural no offshore ou terrestre (onshore), incluindo as atividades de perfuração de poços, fraturamento hidráulico e implantação de sistemas de produção e escoamento.

A competência administrativa do IBAMA no caso da indústria do petróleo e gás para as fases de E&P é bastante ampla, cabendo-lhe grande parte do licenciamento ambiental, e como visto, abrange os ambientes offshore. Esse licenciamento é conduzido internamente pela Diretoria de Licenciamento Ambiental (Dilic), em sua Coordenação-Geral Coordenação-Geral de Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Marinhos e Costeiros (CGMac).

4 LICENCIAMENTO DO ESTUDO DE CASO

A Portaria do Ministério do Meio Ambiente (MMA), nº 422/1,1 estabelece especialmente os procedimentos a serem observados pelo IBAMA no licenciamento ambiental federal das atividades e empreendimentos de exploração e produção de petróleo e gás natural situados no ambiente marinho e em zona de transição terra-mar.

Além do EIA/RIMA, a Portaria estabeleceu alguns estudos específicos, como o Estudo Ambiental de Sísmica – EAS, o Estudo Ambiental de Perfuração – EAP, e o Estudo Ambiental de Teste de Longa Duração – EATLD, que deverão ser elaborados pelo empreendedor que pretender realizar tais atividades, a depender do caso.

O licenciamento foi dividido em etapas, conforme as fases de desenvolvimento da atividade: (i) pesquisa sísmica, (ii) perfuração de poços, e (iii) produção e escoamento do petróleo e do GN, precedidas de estudos e avaliações específicas, a depender de a sensibilidade ambiental da área onde ocorrerem.

Na Resolução CONAMA nº 350/04, as atividades de pesquisa sísmica, considerando o seu enquadramento, deverão ser precedidas de Licença de Pesquisa Sísmica – LPS, cujo prazo máximo para decisão do IBAMA é de 12 (doze) meses, quando o licenciamento for conduzido na Classe 1, ou 6 (seis) meses, quando for conduzido nas Classes 2 e 3.

Já as atividades de perfuração de poços em ambiente marinho, nos termos da Portaria MMA 422/11, também conforme sua classificação, dependem de obtenção de LO de Perfuração Marítima junto ao IBAMA. Nesse caso, dadas as características temporárias da perfuração exploratória, a LO não seria precedida de LP e LI, como na generalidade do procedimento de licenciamento ambiental. O prazo para a decisão quanto à LO de Perfuração é também de 12 (doze) meses, quando o licenciamento for conduzido na Classe 1 (um) ou 6 (seis) meses para o licenciamento nas Classes 2 e 3⁷. Tais atividades podem ser licenciadas de forma integrada, sob a forma de polígonos de perfuração, trazendo o conceito de licenciamento de abrangência regional.

A implantação ou ampliação de empreendimentos marítimos de produção e escoamento de petróleo e gás natural, por sua vez, depende da obtenção de LP, LI e LO, precedidas de EIA/RIMA. Para empreendimentos que contenham múltiplos projetos ou atividades, uma única LP, analisando a viabilidade ambiental e os impactos cumulativos

⁷ Classe 1 - Pesquisas sísmicas em profundidade inferior a 50 metros ou em áreas de sensibilidade ambiental, sendo exigida a elaboração de Estudo Prévio de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA;

Classe 2 – Pesquisas sísmicas em profundidade entre 50 e 200 metros, sendo exigida a elaboração de Estudo Ambiental de Sísmica/Relatório de Impacto Ambiental de Sísmica - EAS/RIAS;

Classe 3 – Pesquisas sísmicas em profundidade superior a 200 metros, sendo exigida a elaboração de Estudo Ambiental de Sísmica - EAS ou Informações Complementares ao Plano de Controle Ambiental de Sísmica – PCAS. BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. *RESOLUÇÃO CONAMA nº 350, de 6 de julho de 2004*. Dispõe sobre o licenciamento ambiental específico das atividades de aquisição de dados sísmicos marítimos e em zonas de transição. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=451>. Acesso em: 8 jun. 2017.

⁷ Classe 1 - Perfuração marítima em local com profundidade inferior a 50 metros ou a menos de 50 quilômetros de distância da costa ou em áreas de sensibilidade ambiental, sendo exigida a elaboração de Estudo Prévio de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA;

Classe 2 - Perfuração marítima em local com profundidade entre 50 e 1000 metros, a mais de 50 quilômetros de distância da costa, sendo exigida a elaboração de Estudo Ambiental de Perfuração/Relatório de Impacto Ambiental de Perfuração - EAP/RIAP;

Classe 3 - Perfuração marítima em local com profundidade superior a 1000 metros, a mais de 50 quilômetros de distância da costa, sendo exigida a elaboração de Estudo Ambiental de Perfuração – EAP.

e sinérgicos dessas atividades, pode servir de base para mais de uma LI ou mais de uma de LO.

Segundo a Portaria MMA 422/11, é possível o licenciamento e estudos conjuntos envolvendo mais de um empreendimento na mesma região, desde que sejam similares em suas características e escala temporal. Como as atividades da indústria de O&G são realizadas em regiões de grande extensão (blocos), seria injustificado que empreendimentos proximais tivessem que repetir avaliações já realizadas por outros operadores.

Nesses casos, se já houver estudo na área este poderá ser levado em conta para que um novo licenciamento não o repita. No caso de nova área a ser licenciada, o IBAMA poderá autorizar que diversos operadores realizem um único estudo de abrangência regional ou mesmo um único processo de licenciamento.

Também os programas de controle, mitigação e compensação de impactos ambientais e de resposta a emergências poderão ser elaborados e implementados por múltiplos operadores em uma mesma região.

Assim, em suma, procedimentos para o licenciamento ambiental de E&P (Exploração e Produção) de petróleo e gás estão regulamentados pelas Resoluções CONAMA nº 23, de 1994, nº 237, de 1997, e nº 350, de 2004, e pela Portaria MMA nº 422, 2011.

4.1 CENÁRIOS APLICÁVEIS AO ESTUDO DE CASO

Assim, assume-se, diante da atual limitação da legislação ambiental sobre a matéria, que haveria quatro possibilidades aplicáveis ao estudo de caso. A primeira delas seria a de licenciamento simplificado, quando a construção da caverna fosse realizada em ambiente offshore em região com estudo de impacto ambiental já existente, a profundidade maior que 1000 metros e distância de 50 km da costa litorânea, com licenciamento para pesquisas sísmicas, perfuração e exploração de hidrocarbonetos já expedida. A segunda seria a necessidade de licenciamento regular com estudo de impacto ambiental completo, nas hipóteses de perfuração nas já referidas Classes 1 e 2.

Limitações da legislação ambiental brasileira para CCS (Indústria de Petróleo e Gás)

| | | |
|-------------------------------------|---|--|
| Caverna localizada em local com EIA | Portaria MMA 422/11 (Classe 3 de perfuração) | Possibilidade de licenciamento simplificado |
| | Profundidade maior que 1000 metros, distância de 50 km ou mais da costa litorânea | Possibilidade de solicitação de estudos adicionais |
| Caverna localizada em local sem EIA | Portaria MMA 422/11 (Classes 1 e 2 de perfuração) | Licença regular |
| | | Necessidade de EIA |

Em hipótese exemplificativa de implantação de um conjunto de cavernas, existe a possibilidade de o órgão licenciador considerar o EIA/RIMA já existente, pedir Licenciamento Simplificado e Estudos Complementares (Portaria 442/2011) para a construção das caverna e observar o disposto na Lei 9.966/00 para prevenção, o controle e a fiscalização da poluição em plataformas offshore, exigindo Plano Único de Emergência sob sua coordenação para o conjunto de cavernas e auditorias bienais independentes por parte dos operadores (no caso do CCS de quem construir e/ou fizer uso da central). Pode o IBAMA, ainda, independente do formato do licenciamento (simplificado ou regular), exigir o disposto em sua Instrução Normativa IN 01/2018, ou seja, o Plano de Amostragem dos Estoques de Baritina e Base Orgânica e o Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos para aprovação prévia à obtenção da licença ambiental⁸.

⁸ Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por: VIII - disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos; XV - rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada; XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;

⁸ IX - Fluidos de Perfuração: são misturas complexas de sólidos, líquidos, produtos químicos, inclusive gases, utilizadas na perfuração de poços, com as finalidades principais de transportar o cascalho gerado para a superfície, resfriar e lubrificar a broca e promover a pressão hidrostática necessária para evitar o colapso do poço. X - Fluidos Complementares: denominação genérica dos que não são fluidos de perfuração e que, também, são utilizados nas operações de perfuração, cimentação, completação e intervenção de

Vale lembrar que a Diretiva 2305 de 2011 do Reino Unido estabelece que um fluxo de CO₂ deve consistir "de forma esmagadora" em CO₂ (artigo 12). Nenhum resíduo ou outro material pode ser adicionado para fins de descarte. Mas os fluxos de CO₂ podem conter substâncias associadas incidentais da fonte, processos de captura ou injeção, e rastrear substâncias adicionadas para auxiliar no monitoramento e verificação da migração de CO₂, desde que as concentrações dessas substâncias estejam abaixo dos níveis que afetariam negativamente a integridade do local de armazenamento ou da infraestrutura de transporte ou abaixo dos níveis que representam um risco significativo para o ambiente ou para a saúde humana.

Outras normas internacionais que podem ser citadas quanto CO₂ enquanto resíduo são a Diretiva 2221 de 2010, a Diretiva de Armazenamento de CO₂ da UE e a Diretiva de Resíduos da EU, para as quais o CO₂ capturado e transportado para fins de armazenamento geológico não constitui "resíduo" para os fins do Regulamento de Licenciamento de Armazenamento de CO₂. De acordo com (MACRORY, 2013, p. 20) a intenção era que se fornecesse o quadro regulamentar específico para o armazenamento da CO₂. A ausência de normativa específica para CCS no Brasil não deve ser encarada enquanto limitadora de tais projetos diante da possibilidade de aplicação da analogia para suprir eventuais lacunas em nosso ordenamento jurídico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a analogia e a legislação existente para o licenciamento ambiental das atividades de captura e estocagem de carbono oriundo da indústria de petróleo e gás, especificamente aquelas relacionadas à área offshore e caverna de sal, pode-se concluir que procedimentos para o licenciamento ambiental seguem aqueles de E&P de petróleo e gás, que estão regulamentados pelas Resoluções CONAMA nº 23, de 1994, nº 237, de 1997, e nº 350, de 2004, e pela Portaria MMA nº 422, 2011, podem ser, portanto, aplicados analogicamente ao caso de atividade experimental de CCS em caverna de sal offshore.

poços, tais como: e) Fluidos de Completação: soluções salinas utilizadas em substituição aos fluidos de perfuração, para evitar danos às zonas de interesse por ocasião da etapa de completação dos poços. XVI - Resíduos sólidos: material nos estados sólido, semissólido ou líquido resultante das atividades de perfuração, completação e intervenção de poços ou nelas utilizados, cujas particularidades torne inviável seu lançamento em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face a melhor tecnologia disponível.

⁸ O resultado do ensaio de toxicidade aguda do fluido derramado acidentalmente deverá ser anexado ao Relatório Detalhado de Incidente (RDI) encaminhado para a Coordenação- Geral de Emergências Ambientais - CGEMA.

Assim, diante do fato de que atividades da indústria de O&G são realizadas em regiões de grande extensão (blocos), seria injustificado que empreendimentos proximais tivessem que repetir avaliações já realizadas por outros operadores, tratando-se de perfuração enquadrada na Classe 3 da Portaria MMA 422/11, o licenciamento a ser adotado seria aquele denominado simplificado.

Dada a existência de EIA/RIMA das Bacias de Santos, de Campos e do Espírito Santo, pode-se seguir a legislação de E&P, para estocagem geológica de Carbono, ou seja, Portaria MMA 422/11, como uma medida de mitigação de eventuais impactos, aproveitando-se as conclusões do referido EIA/RIMA. E, caso localizada fora do raio geográfico tratado no EIA/RIMA anterior, far-se-á necessária a realização de Avaliação de Impacto Ambiental.

De qualquer modo, na ausência de pessoal com competências específicas em matéria de CCS, o procedimento, de acordo com a disposição atual, deve ser efetuado no IBAMA, cabendo-lhe o licenciamento ambiental, a ser conduzido internamente pela Diretoria de Licenciamento Ambiental (Dilic), em sua Coordenação-Geral de Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Marinhos e Costeiros (CGMac).

A Portaria MMA nº 422/11 estabelece especialmente os procedimentos a serem observados pelo IBAMA no licenciamento ambiental federal, inclusive as atividades de perfuração de poços em ambiente marinho, que, conforme sua classificação, dependem de obtenção de LO de Perfuração Marítima.

Caso adotada a atividade em fase experimental, dadas as características temporárias da perfuração exploratória, a LO não seria precedida de LP e LI, como na generalidade do procedimento de licenciamento ambiental. O prazo para a decisão quanto à LO de Perfuração é também de 12 (doze) meses, quando o licenciamento for conduzido na Classe 1 (um) ou 6 (seis) meses para o licenciamento nas Classes 2 e 3. Tais atividades podem ser licenciadas de forma integrada, sob a forma de polígonos de perfuração, trazendo o conceito de licenciamento de abrangência regional.

Ao estudo de caso, importa apontar que a perfuração para construção de caverna de sal para CCS estaria no âmbito da exploração no PreSal, abrangido pela designação para Licenciamento de “etapa 3”, cujo licenciamento já está em curso (EIA/RIMA/ETAPA 3, 2017).

Do ponto de vista institucional, o licenciamento ambiental é uma obrigação legal prévia à instalação de qualquer empreendimento ou atividade potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente (MMA, 2019). Assim, em caso experimental ou

implantação efetiva dos processos de CCS offshore no Brasil, os licenciamentos em curso podem ser aproveitados em prol do uso racional dos recursos naturais e da proteção do meio ambiente e mitigação das emissões de gases causadores de efeito estufa e de poluentes da indústria de petróleo e gás, observadas as exigências específicas para o armazenamento do dióxido de carbono, de modo a evitar efeitos indesejáveis de atividades idealizadas para cumprir importante papel no cumprimento das metas climáticas de descarbonização.

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. Agradecemos também aos demais integrantes do Projeto 42 pelos comentários, especificamente, Israel Lacerda de Araújo e Mariana Miranda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUI, Mai et al, 2018. *Carbon capture and storage (CCS): the way forward*. In. *Energy Environ. Sci.*, 2018, 11, 1062.

COSTA, H. K. de M. et al, 2018. *Environmental License for Carbon Capture and Storage (CCS) Projects in Brazil*. In *Journal of Public Administration and Governance*, v. 8, p. 163-185, 2018.

CIOTTA, Mariana Ramos; Tassinari, Colombo Celso Gaeta . *Preliminary basin scale assessment of co2 geological storage potential in santos basin, southeastern brazil: merluza field study case / avaliação preliminar do potencial para armazenamento geológico de co2 da bacia de santos, sudeste do brasil: estudo de caso do campo de merluza*. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, p. 65961-65977, 2020.

EIA/RIMA/ETAPA 3, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental da Bacia de Santos, Polo PreSal Etapa 3. Disponíveis em: https://www.comunicaciadesantos.com.br/sites/default/files/RIMA_Etapa_3.pdf e EIA: <http://licenciamento.ibama.gov.br/Petroleo/Producao/Producao%20-%20Bacia%20de%20Santos%20-%20Polo%20Pre-Sal%20-%20Etapa%203%20-%20Petrobras/EIA%20-%20REV00%20-%20SET2017/>. Acesso em junho de 2019.

ELKINS, Paul et al. *The role of CCS in meeting climate policy targets. Understanding the potential contribution of CCS to a low carbon world, and the policies that may support that contribution. A report commissioned by the Global CCS Institute*. Global CCS Institute, 2017.

KETZER, J. M. Medina et al. *Atlas brasileiro de captura e armazenamento geológico de CO2 = Brazilian atlas of CO2 capture and geological storage – Porto Alegre : EDIPUCRS*, 2016. 95 p.

LAKATOS, Eva Maria & MARCONI, Marina de Andrade. *Metodologia científica*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

MAIA, Álvaro. *Central Co2 Disposal Station of Santos Basin*, mimeo. Set. 2018.

MUKAI, TOSHIO. *Direito Ambiental Sistematizado*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1992.

MACRORY, SCCS CO2-EOR JIP *Legal Status of CO2 – Enhanced Oil Recovery*; UCL Carbon Capture Legal Programme, 2013.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. *Efeito estufa e aquecimento global*. Disponível em <http://www.mma.gov.br/clima/energia/item/195-efeito-estufa-e-quequecimento-global>. Acesso em junho de 2019.

SENADO FEDERAL. *Entenda o PreSal*. Disponível em <https://www12.senado.leg.br/noticias/entenda-o-re/pre-sal>. Acesso em junho de 2019.

ROCHA, H. V. et al. *Regulatory Perspectives for CCS in Brazil and its Civil Liability*. In. *Revista de Direito da Energia (IBDE)*, 2017.