

A TECNOLOGIA DE SEPARAÇÃO E INJEÇÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO NA CAMADA PRÉ-SAL

Lucélia Ivonete Juliani¹

Cleusa Teresinha Anschau²

RESUMO

Este artigo tem por objetivo discutir acerca da tecnologia de separação e injeção de CO₂ na camada pré-sal pelo viés da modernização ecológica. Segundo estudos da empresa que está a frente da exploração do petróleo da camada pré-sal, demonstra que o CO₂ que será liberado quando o óleo for extraído é maior do que o liberado em outros campos já explorados. Diante dessa preocupação, a Petrobras e o Governo Brasileiro estão em fase de experimentação da tecnologia de separação e injeção de CO₂ no Recôncavo Bahiano além de verificação da possibilidade de implantação nos poços de petróleo do pré-sal já que os mesmos são *offshore*. A metodologia utilizada para essa discussão é de revisão bibliográfica e comparação entre as práticas e as teorias. O Resultado desse estudo foi em primeiro lugar a identificação da tecnologia de separação e injeção de CO₂ como uma tecnologia de “final de tubo” mais cara e menos eficiente em relação a tecnologias preventivas. A questão da sustentabilidade em relação a esse novo processo de diminuição de gases na atmosfera é importante, mas não é uma forma efetivamente sustentável. Por outro lado, a Petrobras e o Governo Brasileiro estão buscando essa tecnologia que possibilitará a redução das emissões, mas que não impossibilite a extração do petróleo, assim como o crescimento desse segmento e por consequência o crescimento econômico brasileiro.

Palavras-chaves: Dióxido de Carbono, Camada pré-sal.

1 INTRODUÇÃO

A descoberta de óleo abaixo da camada pré-sal trouxe de volta o debate sobre muitos aspectos relativos à questão da exploração de petróleo no Brasil. Dentre essas questões uma delas tão importante quanto às outras é a liberação de Dióxido de Carbono (CO₂) no meio ambiente.

¹ Doutoranda em Energia e Professora da UCEFF Faculdades.

² Mestre em Ciências Ambientais e Professora da UCEFF Faculdades.

A camada pré-sal é uma faixa rochosa que se estende por aproximadamente 800 km entre os estados do Espírito Santo e Santa Catarina que está aproximadamente a 200 km da costa. A camada possui de seis a sete mil metros de profundidade e abaixo dela encontra-se muito petróleo. O atual óleo brasileiro é denso e pesado, sendo necessário importar óleo leve para misturar e conseguir fazer subprodutos. O óleo que esta abaixo da camada pré-sal é leve e neste caso não seria mais necessário a importação deste tipo de óleo.

A chamada faixa (ou região) do pré-sal é composta por três bacias sedimentares: Espírito Santo, Rio de Janeiro (Campos) e São Paulo (Santos). Vários outros campos petrolíferos foram descobertos na região, sendo o mais importante o Tupi de Santos.

Segundo especialistas da Petrobras, empresa que esta a frente desse novo empreendimento, o CO₂ que será liberado quando o óleo for extraído será maior do que o liberado em outros campos já explorados. Os teores de carbono nos poços de pré-sal variam de 8% a 12% no campo Tupi, e 3,5% no campo de Jubarte, enquanto a média nacional é de 4%.

Novas tecnologias deverão ser adotadas pela Petrobras para extrair o petróleo e não comprometer mais o meio ambiente com as emissões de CO₂, e também para cumprir o compromisso acordado no protocolo de Quioto, de fevereiro de 2005, em reduzir as emissões de dióxido de carbono, além disse obter ganhos financeiros no mercado internacional de comércio de créditos de Carbono.

Pelas razões acima mencionadas, a Petrobras está adotando uma nova tecnologia de separação e injeção de dióxido de carbono, com o objetivo de redução de emissões de CO₂, o programa piloto está sendo testado no Recôncavo Baiano, e tem resultados positivos até o momento. A questão para esse estudo, levando em consideração o quadro exposto, é procurar responder se essa tecnologia de separação e injeção de CO₂ é uma tecnologia preventiva ou corretiva, e se a mesma procura ser sustentável em relação ao meio ambiente?

O momento atual do Brasil é de uma grande empresa que precisa fazer investimentos gigantescos para extrair uma energia não-renovável dos campos de petróleo, e mais, fazer isso com responsabilidade ambiental, porém não deixará de vislumbrar um dos

seus maiores objetivos, que é a geração lucros, em Diamond (2005), que em sua obra *O Colapso: como as sociedades escolhem o fracasso e o sucesso* já discutia:

Toda a sociedade moderna depende da extração de recursos naturais, sejam recursos não renováveis (como petróleo e metais) ou renováveis (como madeira e peixes)[...]Devido de um projeto de extração de recursos geralmente exigir desde o começo grandes investimentos de capital a maior parte da extração é feita por grandes empresas (DIAMOND, 2005, p. 527)

É importante perceber que nem sempre ações ecologicamente corretas e/ou conhecidas como sustentáveis são efetuadas com objetivo de manutenção do meio ambiente, mas sim, tem objetivo político e econômico.

Este artigo pretende refletir acerca dessa nova tecnologia que está sendo adotada pela Petrobras em relação especificamente as emissões de dióxido de carbono e contrapor essa questão com o verdadeiro sentido de ação sustentável, e a hipótese que se lança é de que a separação e injeção de CO₂ é uma tecnologia corretiva e parcialmente sustentável.

Além da Introdução e da Conclusão este estudo está dividido em quatro partes no seu desenvolvimento. A primeira parte expõe o processo de funcionamento da tecnologia de separação e injeção de CO₂; a segunda discute os méritos dessa tecnologia sob o ponto de vista da modernização ecológica; a terceira parte questiona a relação dos riscos associados à tecnologia sob o ponto de vista da sustentabilidade discutido por Henrique Leff; e a quarta parte feito um contraponto entre os incentivos que serão dados à adoção da tecnologia em relação à discussão da modernização ecológica.

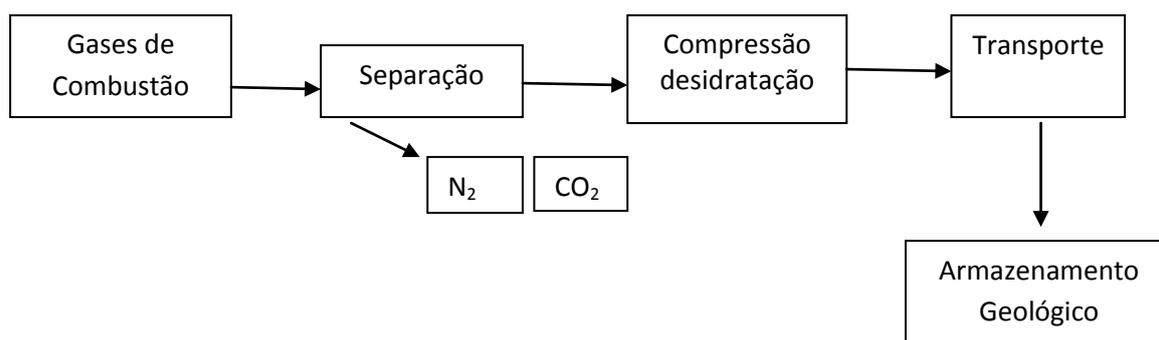
2 A TECNOLOGIA E SEU FUNCIONAMENTO

O desenvolvimento de processos de separação e captura de CO₂ em instalações de produção de petróleo ainda se encontra em estágio de pesquisa no Brasil e voltado para as aplicações terrestres. O aumento da produção de petróleo e de gás natural no país associado à predominância de reservas marítimas, como atualmente o pré-sal, reforça a necessidade de estudos para a redução de perdas e aumento da oferta de gás para o

mercado nacional, no entanto, com ressalvas as questões ambientais e em especial as emissões de CO₂ na atmosfera.

Atualmente, no Brasil está em análise o uso de quatro tecnologias diferentes para evitar jogar gás na atmosfera. Uma delas é a separação do gás do petróleo e sua injeção no próprio reservatório de onde foi extraído, através de poços perfurados exclusivamente para isso. O Projeto piloto de Tupi previsto para entrar em operação em dezembro de 2010, prevê cinco poços produtores de petróleo e gás e três poços injetores, sendo dois para reinjeção de gás e CO₂ e outro para injeção de água. Também existe a possibilidade de reinjeção do CO₂ e do gás em poços cuja produção já se esgotou ou em cavernas de sal, todas reunidas na sigla CCGS (Carbon Capture and Geological Storage). Na figura 1, se demonstra como ocorre esse processo:

Figura 1: Separação e injeção de CO₂ em poços de petróleo.



Fonte: Adaptação MAIA,2007 p. 29.

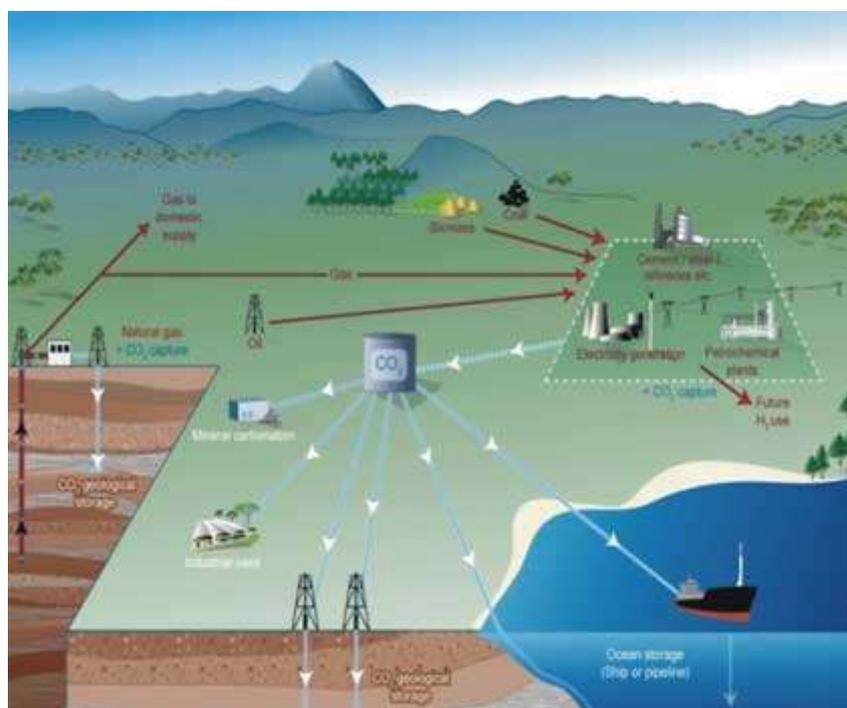
A figura acima é composta das etapas pelas quais ocorre o processo de separação e injeção de CO₂, a primeira delas é a captura, que corresponde à separação do dióxido de carbono oriundo de gases de queima, sua compressão e posterior desidratação, ou seja, a remoção do componente água; no transporte é feita a transferência do CO₂ através de gasoduto até uma formação geológica e por fim o armazenamento que é a última etapa do processo onde é feita a injeção de CO₂ em formação geológica através do poço injetor. (MAIA, 2007, p. 29)

Diversos processos vêm sendo utilizados no mundo, mas a que mais se apresenta viável é a lavagem dos gases de combustão através de solventes. O principal aspecto para utilização desses processos deve-se a baixa concentração de CO₂ na composição dos

gases de combustão gerados a partir da combustão do gás natural em plantas termoelétricas. (MAIA, 2007, p.29)

O processo de captura e armazenamento de CO₂ consiste na remoção do dióxido de carbono das emissões resultantes de fontes estacionárias industriais, tais como centrais termoelétricas, cimenteiras, siderurgias, etc. A seguir, o CO₂ é comprimido e transportado no estado líquido para ser armazenado numa estrutura geológica adequada. A Figura 2 mostra uma representação esquemática desse processo.

Figura 2: Representação esquemática da captura e armazenamento de CO₂



Fonte: Relatório Especial do IPCC sobre Captura e Armazenamento de Dióxido de Carbono

Uma vez capturado o dióxido de carbono, o seu armazenamento pode ser feito em reservatórios exauridos de óleo e gás natural, assim como, minas de carvão, aquíferos salinos dentre outros. Em tese, a injeção de CO₂ nesses reservatórios já esgotados de recursos pode aumentar a recuperação de hidrocarbonetos existentes no mesmo.

Outra teoria em estudo é que ao injetar o CO₂ nos reservatórios pode levar a maior eficiência do mesmo, porém, essa questão não está comprovada, há somente alguns estudos empíricos realizados pela Petrobras no Recôncavo Bahiano, onde desde o final

da década de 80 já se utiliza essa técnica. Vale lembrar que no caso dos campos de pré-sal essa técnica sofrerá mudanças, assim como a própria tecnologia que será adotada, porque o ambiente onde os poços estão localizados é *offshore* distante 300 quilômetros da costa e a uma profundidade de 2200 metros.

Aplicar um desses métodos especiais de separação e injeção de CO₂ nos campos *offshore*, no entanto, remete os técnicos a uma equação logística: a injeção de vapor, polímeros, surfactantes ou CO₂ requer volumosos compressores e tanques de armazenagem – que nem sempre têm espaço nas plataformas o que aumenta os custos das mesmas e exige outras embarcações de suporte.

3 A TECNOLOGIA DA SEPARAÇÃO E INJEÇÃO DE CO₂ SOB O PONTO DE VISTA DA MODERNIZAÇÃO ECOLÓGICA (ME)

O Conceito de ME vem sendo estudado e desenvolvido por autores Europeus, em particular aqueles oriundos dos países baixos, Alemanha e Inglaterra. Conforme Weale (1992, p. 75) “não existe uma definição canônica para ideologia da modernização ecológica, assim como a Teoria Geral é a fonte do Keynesianismo”. Ela consiste em uma visão sobre relações entre meio ambiente, economia, sociedade e políticas públicas, que precisa ser construída a partir de diferentes fontes. (MILANEZ, 2009)

A literatura apresenta alguns pressupostos que permitem identificar os estudos referentes a ME, são eles: (1) confiança no desenvolvimento científico e tecnológico como principal estratégia para solucionar problemas ambientais; (2) desenvolvimentos de soluções preventivas para os problemas ambientais; (3) possibilidade de se alcançar, simultaneamente, objetivos ambientais e econômicos; e (4) tomada de decisão baseada no envolvimento direto e cooperativo dos grupos interessados. (MILANEZ, 2009)

Em essência, a ME defende que o desenvolvimento tecnológico baseado em preceitos ecológicos seria o principal caminho para solucionar problemas ambientais. No passado muitas tecnologias degradaram o meio ambiente, entretanto investir em pesquisa tecnologia de forma correta seria uma estratégia com maior probabilidade de solucionar problemas existentes e evitar o surgimento de novos problemas. Tal desenvolvimento

tecnológico deveria ser baseado no pressuposto de evitar problemas ambientais do que corrigi-los posteriormente. (MILANEZ, 2009)

A tecnologia de separação e injeção de CO₂ é uma tentativa de evitar a emissão de dióxido de carbono na atmosfera, e continuar a exploração de petróleo com maior responsabilidade ambiental. Segundo a ME esse procedimento é visto como uma inovação tecnológica não preventiva, mas corretiva.

Partindo do princípio de que a ME desconsidera a redução do consumo como estratégia para reduzir problemas ambientais, pois não trás benefícios econômicos, somente mudanças no processo de produção seriam capazes de reduzir os problemas ambientais.

É quase sempre mais dispendioso recorrer à separação e injeção de carbono do que permitir que o CO₂ escape para a atmosfera. Isto se deve ao fato de que a captura do CO₂ necessita uma grande instalação e consome muita energia – a denominada "penalidade energética" – para a separação e injeção de CO₂. Por este motivo, a única justificativa de se implantar essa tecnologia é a redução das emissões de CO₂ no sentido de minimizar as mudanças climáticas.

Uma instalação de captura pode remover de 85 a 95% do CO₂ existente no gás exausto da combustão. Considerando a penalidade energética de 10 - 40%, que varia significativamente em função da rota tecnológica de captura de CO₂, da concepção de tempo das instalações e outras condições locais, a redução de CO₂ atinge de 80 a 90% por unidade de saída.

Ao refletir sobre a estrutura enorme e cara que será necessária para a implantação da tecnológica de separação e injeção de CO₂ observa-se a perspectiva da ME que coloca como princípio de suas bases a tecnologia preventiva. O argumento é que tecnologias de “fim de tubo” aumentam custos sem melhorar aspectos produtivos, tecnologias limpas e aumento de eficiência reduzem o consumo de matéria prima e de energia diminuindo o custo da produção, aumentando a produtividade do ponto dos recursos, e elevando a competitividade das empresas. Sendo assim a adoção do princípio preventivo compatibilizaria objetivos econômicos e ambientais, e a prevenção da poluição compensaria investimentos em práticas ambientais. (MILANEZ, 2009)

A separação e injeção de CO² é uma inovação de “final de tubo”, muito cara, mas necessária, pois não se cogita parar a operação nas plataformas de petróleo, e no caso do pré-sal se pensa em muitas tecnologias novas para preservar o meio ambiente, não porque isso é o mais importante, mas porque deixar todo aquele ouro negro no fundo do mar e não ganhar lucros com isso é inconcebível ao sistema capitalista, forma pela qual nossa sociedade é organizada.

Na perspectiva da ME um dos fatores chave é a existência de uma estrutura de inovação eficaz, na qual o sistema de ciência e tecnologia é capaz de identificar problemas ambientais e trabalhar junto com empresas e governo no desenvolvimento de novas soluções tecnológicas. (MILANEZ, 2009)

Do ponto de vista da inovação tecnológica voltada para o meio ambiente, o Brasil também parece não ter atingido o nível proposto pelo ME. As empresas são pouco inovadoras de forma geral, e reativas aos problemas ambientais, dependendo comumente de tecnologias de “fim de tubo”. Devido a essa dependência de tecnologias corretivas, decisões ambientais aumentam o custo operacional das empresas, e como resultado, na maioria dos setores industriais o investimento na área ambiental é percebido como um ônus financeiro, e não como uma estratégia de aumento de competitividade. (MILANEZ, 2009)

De outra parte, essa tecnologia para diminuir as emissões não foi pensada somente para diminuir o CO₂ emitido, mas foi muito estudado e ainda é a possibilidade de tirar óleo de onde não sai mais óleo, em tese, injetando CO₂ em poços já desativados haveria uma reação química que com o tempo reativaria o poço, com menos óleo, mas se extrairia até a última gota, objetivo que atualmente não se atinge nesse modelo de extração.

Outra questão está no mercado de carbono, que surgiu para facilitar o cumprimento das metas estabelecidas pelo protocolo de Quioto. O mercado de carbono é um termo popular utilizado para denominar os sistemas de negociação de unidades de redução das emissões dos gases de efeito estufa. (MAIA, 2007)

No âmbito do protocolo de Quioto há dois tipos de mercado: mercados de créditos gerados por projetos de redução de emissões e o mercado de permissões. Este último refere-se a um sistema de negociação, mais apropriado aos países desenvolvidos, pois se relaciona a fixação de limites para o total de emissões dentro de determinada área

geográfica. Desta forma as empresas têm permissão de negociar os excedentes com outras companhias que precisem dessas permissões para o cumprimento de suas metas. (MAIA, 2007)

Dentro do primeiro mercado, de créditos gerados por projetos de redução de emissões está a separação e injeção de CO₂, e caminha pela economia ecologia onde é fato extrair os recursos, porém de forma sustentável. O segundo mercado de permissões vem muito mais numa visão de Solow, 1974, em que o crescimento econômico não pode parar, então é mais simples comercializar os créditos de carbono do que pensar em projetos e investir grandes somas para diminuir as emissões de CO₂.

Em sua teoria inteiramente exposta em sua obra recente (Solow, 2000) a natureza jamais constituirá serio obstáculo a expansão. No longo prazo os ecossistemas não ofereceram qualquer tipo de limite, seja como fontes de insumos ou assimiladores de impactos. Qualquer elemento da biosfera que se mostrar limitante ao processo produtivo acabará substituído, graças a mudanças na combinação entre três ingredientes fundamentais: trabalho humano, capital produzido e recursos naturais. Isso porque o progresso científico sempre conseguira introduzir as necessárias alterações que substituam a eventual escassez, ou comprometimento do terceiro fator mediante inovação dos outros dois ou de algum deles (Veiga, 2008, p.122).

Essa teoria de Solow, discutida no artigo *The Economics of Resources or the resources of Economics, 1974*, não se aplica quando se observa por que a Petrobras está disposta a investir na separação e injeção de CO₂, porque a mesma é cara e difícil de implementar, por outro lado, se o objetivo fosse buscar mais petróleo de onde já não tem mais, ai sim Solow estava certo em dizer que o progresso científico consegue introduzir alterações que substituem a escassez de determinado recurso não renovável. Na Europa isso é bem discutido, porém a tecnologia de separação e injeção de CO₂ é eficaz em relação às emissões de dióxido de carbono.

4 OS RISCOS ASSOCIADOS À IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA DE SEPARAÇÃO E INJEÇÃO DE CO₂

A intervenção humana na natureza para a produção de energia, historicamente, tem considerado de forma pouco apropriada às regulagens ecológicas. A transição de um novo milênio é uma questão de tempo, isso se faz pensar em uma nova reflexão de

mundo, que transborda sua dinâmica de crescimento da saturação e o limite da modernidade para um futuro incerto. Vários acontecimentos na história recente anunciaram uma mudança de tempo: o fim dos grandes projetos da modernidade e da emergência de novas formas de civilização. O passado mostra projetos compatíveis com o desenvolvimento econômico, mas não com um projeto de sustentabilidade. (LEFF, 2000)

Se o passado nos mostra que muitas formas de exploração não foram apropriadas num viés sustentável, ou seja, não houve preocupações com a continuidade do processo, por exemplo, em uma comunidade de pescadores, para aumentar a produção usou-se uma rede que pegava muitos peixes, inclusive os pequenos, que para o consumo não estavam prontos, ao passar do tempo a produção desses pescadores passou a cair drasticamente, e não se entendia o por que, se as redes que pescavam ainda eram as melhores e tecnologicamente as mais avançadas. Descobriu então que ao pescarem os peixes pequenos, estavam acabando com o ecossistema, pois os mesmos nem tinham a chance de se desenvolver, logo, o método antigo, menos produtivo era o melhor, porque tornava a atividade deles sustentável.

Falar de sustentabilidade é muito difícil, porque o objetivo principal sempre é o lucro maior, e dependendo dos processos de exploração adotados pelos agentes a atividade torna-se menos ou mais viável. Em relação à tecnologia de separação e injeção de carbono, observa-se que a questão da sustentabilidade não é tão presente, mas sim está no segundo plano, como consequência e não como ordem.

Questionam-se quais são os riscos associados à separação injeção de CO₂ são aceitáveis e comparáveis com outras possíveis alternativas de mitigação de CO₂? A resposta a essa pergunta está relacionada com o transporte e armazenagem de CO₂. Qualquer local de armazenagem deverá ser selecionado longe de áreas com risco de terremotos, para garantir que as rochas são estáveis (WEALE, 1992).

Nos EUA, por exemplo, existe uma grande infra-estrutura de condutas de CO₂ (3100 km). O registro de acidentes nestas condutas revela que ocorreram dez incidentes entre 1990 e 2001, sem quaisquer danos ou fatalidades. Apesar de poder ocorrer um incidente, quando o CO₂ é transportado em grande escala, as consequências podem ser minimizadas através de meios de controle de segurança e não serão maiores que o risco

de ocorrer uma falha numa conduta de gás natural, presentes em muitos países da Europa. Além disso, como o CO₂ não é explosivo ou inflamável, como o gás natural, as consequências, no caso de fuga, serão menores que no caso do gás natural (WEALE, 1992).

O maior risco associado à armazenagem ocorre no local de injeção do CO₂, que pode resultar na libertação do mesmo, que irá migrar para cima. A probabilidade de acontecer uma libertação repentina do CO₂, armazenado num reservatório subterrâneo, é realmente baixa e comparável ao escape de um poço gás natural, o que é muito raro (WEALE, 1992).

A investigação que está a ser levada a cabo, em muitas instituições a nível mundial, cobre os seguintes temas relacionados com o risco: (1) estudo detalhado dos processos químicos e físicos que ocorrem nos reservatórios; (2) procedimentos para seleção dos locais, incluindo a análise da atividade sísmica (terremotos); (3) ferramentas para prever o comportamento do CO₂ a longo termo; (4) técnicas de monitorização e verificação; (5) métodos de análise de risco e procedimentos; (6) boas práticas e Normalização; (7) integridade do poço.

Diante das ações que estão sendo pensadas para redução do risco de injetar o CO₂ em poços desativados ou ainda em outros espaços subterrâneos, a questão que fica em aberto é o que fazer no caso de escape do carbono, e ou por quanto tempo o CO₂ vai ficar no reservatório, quais as consequências reais desse processo? Infelizmente são questões sem respostas, somente há suposições feitas pelos cientistas, mas nada ainda comprovado.

5 OS INCENTIVOS PARA ADOÇÃO DA TECNOLOGIA DE SEPARAÇÃO E INJEÇÃO DE CARBONO SOB A LÓGICA ME

Em outra perspectiva da ME observa-se as ações do governo e elaboração de políticas públicas, é definido como “princípio para elaboração de instrumentos de regulamentação e instituições dentro do campo da política ambiental”. A ME questiona a elaboração de políticas ambientais exclusivamente pela tecnocracia. Ela defende que

representantes do setor produtivo e dos movimentos sociais têm um conhecimento importante dos problemas e soluções ambientais e, por isso devem participar na criação, implantação e monitoramento das políticas públicas (MILANEZ, 2009).

Ao mesmo tempo, políticas baseadas em “comando e controle” são consideradas muito rígidas e uma barreira ao desenvolvimento de novas soluções ambientais. Apesar de criticar o uso exclusivo de normas e regulamentos nas políticas ambientais, a ME não defende que tais instrumentos sejam abandonados, mas sim complementados por instrumentos baseado em dinâmica de mercado e por acordos entre partes (GOULDSON e MURTHY, 1998).

Para que a tecnologia de separação e injeção de CO₂ seja uma opção comercial real, são necessários incentivos para estimular os grandes investimentos adicionais inerentes ao processo. Portanto, é necessário que os preços do carbono estabilizem que pode ser na forma de imposto ou sistema de mercado, melhor que seja como imposto ou taxa do que como sistema de mercado em função de estimular a captura e injeção do CO₂ e não comercializá-lo no mercado de ações.

Num sistema de mercado, o CO₂ terá um limite máximo de emissão por país e serão criadas bolsas de licenças (chamadas de créditos de carbono) para as fontes de emissão de CO₂. O Sistema de Comércio de Emissões da União Européia inclui o uso de separação e injeção de CO₂ (decisão de 29 de Janeiro de 2004) para permitir que esta tecnologia seja incorporada a outras medidas de controle de emissão, para garantir que a Europa tenha um fornecimento de energia seguro e sustentável, num futuro próximo (WEALE, 1992).

Se a separação e injeção de CO₂ for desenvolvida com custos abaixo dos 20€/tonelada de CO₂ e se demonstra que a armazenagem geológica é segura, como tecnologia de mitigação dos Gases com Efeito de Estufa, a tecnologia poderá ser utilizada comercialmente, dentro de uma década e sempre que acompanhada de uma regulamentação fiscal adequada (WEALE, 1992).

Contrapondo as ações de incentivo da tecnologia de separação e injeção de CO₂, fica demonstrado que institucionalizar as questões ambientais, na forma de legislação e leis ambientais é uma opção viável, porém, é importante que a lei não incentive a mercantilização dos processos, por exemplo, quando o mercado de carbono começou a

funcionar, não houve mais incentivos das nações industrializadas a diminuírem suas emissões, pois as mesmas podiam e podem negociar créditos de carbono das nações menos industrializadas, por outro lado, as nações menos desenvolvidas se sentem incentivadas a produzir menos emissões para negociar no mercado de carbono, e a questão ambiental simplesmente é coadjuvante nessa história.

Quanto aos incentivos para a adoção e implantação da tecnologia de separação e injeção de carbono no Brasil em especial nas plataformas do pré-sal, já é fato, o governo federal e a Petrobras estão buscando recursos para isso. Anteriormente discutiram-se os incentivos na Europa, porque lá o processo já está mais adiantado, mas também porque a discussão acerca da emissão de CO₂ não é local, mas sim mundial. Vale lembrar que o Brasil não está entre os maiores emissores de CO₂ do mundo, mas está em busca de métodos para não entrar nessa categoria.

6 CONCLUSÕES

A proposta desse estudo foi buscar discutir acerca da tecnologia de separação e injeção de CO₂ nos poços de petróleo do pré-sal. Para tanto outras experiências mundiais serviram como referencial. Algumas questões ficaram claras, a primeira delas, diz respeito à adoção da tecnologia, caminho que parece irreversível para Petrobras e também para outras instalações que emitem dióxido de carbono na atmosfera, pois o meio ambiente já está apresentando os resultados negativos do excesso de emissões.

Os custos de Implantação da tecnologia de separação e injeção de CO₂ serão enormes em termos monetários, inclusive, para as plataformas onde os tanques deverão ser instalados, pois não há estrutura para isso até o momento. Por outro lado, observar esse grande investimento do ponto de vista ecológico é viável em função da redução de CO₂ na atmosfera.

Pela concepção da modernização ecológica ficaram esclarecidos os seguintes aspectos: a separação e injeção de dióxido de carbono é uma tecnologia corretiva, vem para diminuir os impactos das emissões de gás carbônico que são liberados das plataformas de petróleo. De outra parte é importante observar que uma tecnologia preventiva é

difícil de ser elaborada, a não ser que a escolha fosse não produzir mais petróleo. Também como conceituação a tecnologia de separação e injeção de CO₂ é de “fim de tubo”, portanto, muito mais cara e difícil de ser implantada.

O objetivo que a tecnologia de separação e injeção de carbono vai cumprir é tão somente impedir a emissão de dióxido de carbono, as informações de que a mesma dará eficiência energética aos poços ou que deles ainda poderá se extrair petróleo não é comprovado, por isso a visão de Solow não a aplica, do contrário sim, pois os capitalistas estariam mais interessados em fazer jorrar mais óleo de onde já não existe nada além de rochas.

Os riscos que envolvem o procedimento da separação e injeção de CO₂ são pequenos, mas não menos importantes, pois se o transporte e o armazenamento do gás falhar será liberado imediatamente na atmosfera e o objetivo do processo não seria cumprido, no curto prazo, poderia parecer um problema solucionável, mas uma vez liberado o CO₂ na natureza, não há como recapturá-lo, ou seja, no longo prazo seus impactos seriam detectados e continuaria a contribuir para o efeito estufa.

Com relação aos incentivos para implantação da separação e injeção de CO₂ pelo menos, no caso do pré-sal, o Governo Brasileiro que vai bancar, no entanto, se novas regras forem estabelecidas para a diminuição da emissão de gases, o que não aconteceu na Conferência Climática de Copenhague 2009, significa que os países ditos desenvolvidos estarão emitindo mais gases, com isso o mercado de carbono se aquece, no entanto, melhor seria a tarifação ou imposto sobre emissões, dessa forma, tecnologias de captura de CO₂ ganhariam espaço e até maior viabilidade. Por outro lado, poderia haver também a ação de instituições reguladoras impondo regras de redução de emissões.

Por fim, é importante colocar que a separação e injeção de CO₂ é uma tecnologia corretiva que contribui em certa medida para a sustentabilidade do meio ambiente, mas não resolve problemas que já existem em funções das emissões e também não garante que no futuro o CO₂ capturado e armazenado não seja liberado. Desse estudo, fica em aberto justamente a questão do que fazer com o gás armazenado; ficará por mil anos esperando que os resíduos fósseis transformem-se em petróleo ou ficará sepultado até que aconteça um acidente e o mesmo se libere. Por enquanto isso não tem resposta.

REFERÊNCIAS

- DALY, H. & FARLEY, J. (2004). *Economia ecológica: princípios e aplicações*. Tradução: Alexandra Nogueira/Gonçalo Couceiro Feio/Humberto Nuno Oliveira. Instituto Piaget. Lisboa. 2004.
- DIAMOND, Jared. *Colapso: como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso*. Rio de Janeiro: Record, 2005.
- GOULDSON, Andrew e MURPHY, Joseph. *Regulatory Realities: The implementation and Impacto of Industrial Environmental Regulation*. London: Earthscan, 1998. Acesso: http://www.ipmn.net/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=20&Itemid=57
- LEFF, E. Tempo de Sustentabilidade, in *Ambiente & Sociedade*, Ano III, Ne 6/7, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/n6-7/20424.pdf>
- MAIA, João Luiz Ponce. *Separação e Captura de Dióxido de carbono em Instalações marítimas de Produção de Petróleo*. Tese de Doutorado. USP 2007, SP em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-14012008-163057/>
- MILANEZ, Bruno. *Modernização Ecológica: limites e perspectivas*, 2009. Acesso: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/made/article/viewFile/12387/10943>, acesso em: 02/05/2010.
- RELATÓRIO Especial do IPCC sobre Captura e Armazenamento de Dióxido de Carbono. Disponível em: (<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./carbono/index.php3&conteudo=./carbono/artigo9.html>), acesso em: 08/04/2010.
- SOLOW, Robert. *The Economics of Resources or the resources of Economics*, *The American Economic Review*, Vol. 64, No. 2, Papers and Proceedings of the Eighty-sixth Annual Meeting of the American Economic Association. (May, 1974), pp. 1-14. Acesso: <http://www.jstor.org/pss/1816009>.
- WEALE, A. *The new politics of pollution*. Manchester: Manchester University Press, 1992.