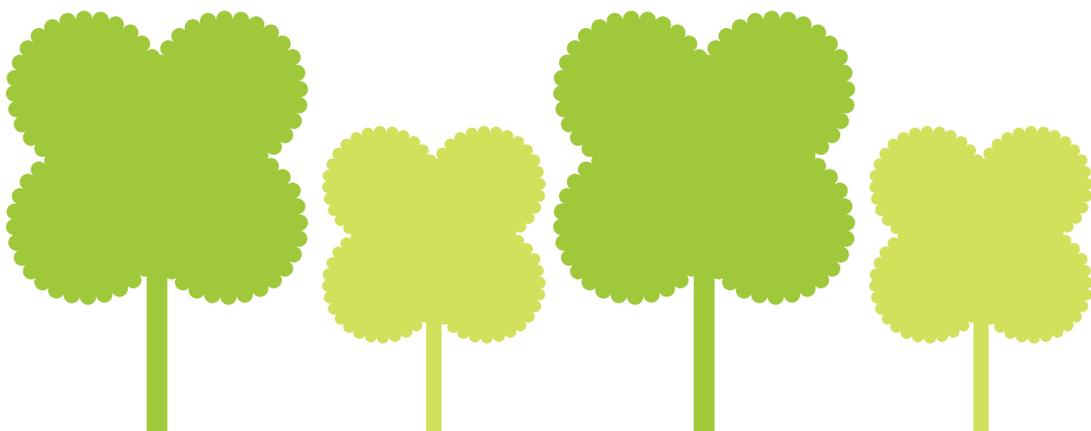


2009

Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável - FBDS

**1º Seminário Brasileiro sobre CCS
Carbon Dioxide Capture and Storage**

Um debate sobre os desafios dessa nova tecnologia



Sumário

Em busca de soluções	03
É preciso repensar o futuro energético	04
A mitigação depende das diversas tecnologias e da mudança dos padrões de consumo	05
Apresentação do tema	07
Novos aspectos das mudanças climáticas	08
Tecnologias para abatimento de emissões	10
A tecnologia do CCS	14
Mecanismos de incentivo para o desenvolvimento do CCS	18
Conclusões	22

Em busca de soluções

Nos últimos anos e cada vez de forma mais evidente, o clima do planeta vem apresentando variações que podem ser vistas e experimentadas em grande parte de suas. Não há mais dúvidas de que as Mudanças Climáticas Globais estão em um processo acelerado e que já causam um impacto considerável – quer seja na agricultura, no dia a dia das cidades, na biodiversidade ou nas inúmeras atividades humanas.

Para a comunidade científico-acadêmica é evidente que o problema da mitigação não será resolvido com uma solução única, mas pelo conjunto de tecnologias e ações combinadas, desenvolvidas e aplicadas concomitantemente em várias regiões do planeta.

Na busca de novas soluções e do desenvolvimento eficaz das tecnologias já disponíveis no mundo, a FBDS e a Shell vêm estudando o CCS, seja em teoria ou através de experiências práticas. Trata-se de uma tecnologia testada em diversos países e que poderá trazer grande contribuição aos esforços de mitigação das Mudanças Climáticas Globais.

Tendo em vista que uma discussão aprofundada sobre o tema ainda não havia sido promovida no Brasil, a FBDS e a Shell realizaram o “1º Seminário Brasileiro sobre CCS - *Carbon Dioxide Capture and Storage*”, a partir de estudos e diálogos iniciais. O encontro reuniu autoridades mundiais sobre o assunto, cientistas, empresas privadas que poderiam se beneficiar com a tecnologia e governos que estudam a possibilidade de usar o CCS como uma das soluções permitidas pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Agenda do 1º Seminário Brasileiro sobre CCS Realizado em Brasília, no dia 08 de julho de 2009

Palestra 1: *Novos aspectos científicos e políticos das mudanças climáticas*
José Goldemberg – Professor da USP / **Eneas Salati** – Diretor técnico da FBDS

Palestra 2: *Tecnologias para abatimento de emissões*
Marcus Frank – Diretor do departamento Brasileiro de Mudanças Climáticas da Mckinsey

Palestra 3: *A tecnologia do CCS*
Brendan Beck – Analista da Agência Internacional de Energia (IAE)

Palestra 4: *Mecanismos de incentivo para o desenvolvimento do CCS*
Wolfgang Heidug – Gerente-geral de políticas de CO₂ do Grupo Shell

As palestras foram seguidas de debate, mediado pelo professor José Goldemberg.



Vasco Dias

Presidente da Shell Brasil desde 2005, Vasco Dias abriu o 1º Seminário Brasileiro sobre CCS destacando a importância do tema e defendeu o uso eficiente e sustentável da energia. “As atividades da Shell estão baseadas em princípios empresariais de respeito às pessoas e ao meio ambiente. Alinhado a esta premissa, promovemos este diálogo para debater soluções inovadoras ao desafio climático e energético. É preciso analisar como as nossas decisões de hoje vão afetar o ambiente décadas à frente. É preciso pensar como os líderes de governo e negócios, e a sociedade civil irão se preparar para enfrentar este desafio, garantindo a segurança energética e superando as pressões climáticas”.

Para o executivo, o cenário futuro será determinado por três duras verdades: a demanda global por energia é crescente e em 2050 o planeta deverá ter nove bilhões de pessoas, utilizando duas vezes mais energia; as fontes convencionais ficarão cada vez mais difíceis de ser exploradas, insuficientes para atender à demanda; a pressão ambiental aumentará, com níveis de poluição nas grandes cidades e impactos gerados pelo desenvolvimento industrial.

Dada a tecnologia existente, quanto mais energia for consumida, mais gás carbônico será liberado. Ficará, portanto, cada vez mais difícil manter um nível aceitável de concentração de CO₂ na atmosfera. “O mundo vai precisar atender às novas necessidades do mercado e oferecer opções de fontes de energia. Vamos precisar de toda a energia que for possível gerar e teremos de melhorar a eficiência energética e investir em infraestrutura”.

Para estabilizar a concentração de CO₂ na atmosfera será necessário intensivo investimento em tecnologia, através de parceria entre iniciativa privada e governos locais e nacionais. Devem ser definidos padrões de eficiência energética, marcos regulatórios específicos para gases de efeito estufa (GEE), bem como a convergência desses padrões em nível global.

Com um século de operação, a Shell utiliza há mais de vinte anos técnicas de captura e armazenagem de carbono em campos de petróleo na Austrália, Noruega e Holanda, apostando na solução como uma das medidas mais promissoras para mitigação de efeitos negativos da mudança climática. “O CCS não é hoje uma tecnologia barata, mas pode ter papel crucial na redução de emissões de CO₂ por combustíveis fósseis, em toda a cadeia: do poço ao posto”.

Os biocombustíveis são opção de energia alternativa, mas nem toda biomassa utilizada na produção é capaz de apresentar um impacto definitivo na redução de emissões. A cana-de-açúcar brasileira coloca o país em situação estratégica e privilegiada no contexto mundial. “Nós distribuimos o etanol brasileiro há décadas, apoiando o desenvolvimento do Pró-Alcool e investindo em infraestrutura. Atualmente, acreditamos ser a maior distribuidora de biocombustíveis do mundo, com mais de 6 bilhões de litros em 2008. Mas isso não basta”.

“Precisamos usar a energia de forma mais eficiente e sustentável. A Shell busca desenvolver combustíveis mais eficientes trabalhando em conjunto com fabricantes de veículos na eficiência dos motores e educando o motorista a dirigir menos e de maneira mais responsável. Acreditamos que é extremamente necessário melhorar as formas como o mundo satisfaz as necessidades de energia”.

Um futuro sustentável para o planeta depende de uma ação coletiva: “Temos chances de reverter o cenário energético do mundo por meio de intensivo investimento em tecnologia na busca de soluções. Precisamos tomar decisões ousadas e inovadoras. Que haja uma coalizão entre iniciativa privada e governos, para definir com urgência padrões de eficiência energética e de marcos regulatórios específicos para gases de efeito estufa”, finalizou Vasco Dias.

Israel Klabin

A FBDS foi criada às vésperas da Conferência¹ Rio-92, por iniciativa de um grupo de empresas líderes em diversas áreas, preocupadas com um modelo eficiente de desenvolvimento sustentável. O Conselho Superior da instituição reunia então 24 empresas, entre as quais a Shell Brasil.

No início da parceria Shell Brasil/FBDS, já havia a preocupação com o problema da matriz energética global. “Não se sabia da urgência. Uns defendiam que a energia oriunda de combustíveis fósseis duraria a eternidade. Outros, que a busca de soluções deveria ser imediata. Desde então, o problema ambiental foi sendo acrescido, ano a ano, com impactos cada vez maiores”.

O IPCC² transformou em ciência as profecias dos anos 1990. E em 2000, o Protocolo de Kyoto³ estabeleceu a relação direta entre mercado e consequências das emissões de gases de efeito estufa. A partir daí, a busca por soluções passou a correr paralela à problemática de mercado.

Segundo o ambientalista, o problema é do planeta, mas a diversidade de opinião e os impasses constatados nas COPs⁴, que reúne hoje cerca de 190 países, inviabilizam uma solução global.

“A Índia declarou que não aceitará um limite de emissões. Os países pobres ou em desenvolvimento, que não estão obrigados a reduzir emissões, também têm resistido a determinar um limite. Nesta tendência, também está a China, um dos maiores emissores. Os Estados Unidos lideravam este negativismo, até que o presidente Barack Obama assumiu uma proposta para adoção de limites para aquele país. É ver pra crer”.

Klabin aponta três caminhos para uma solução global. O primeiro seria o consenso entre os 190 países, quanto às emissões e ações mitigadoras. Outro poderia ser a criação de um *green room*, nos moldes das reuniões do World Trade Organization: os oito países responsáveis por 73% do total das emissões mundiais adotariam um programa comum. O terceiro caminho, para o qual apontam as negociações, aceitaria que as soluções futuras não serão unânimes, mas sim diversas e baseadas na evolução das tecnologias de mitigação.

De fato, será preciso desenvolver novas tecnologias para conter os efeitos das mudanças climáticas. Neste aspecto, o CCS tem uma característica fundamentalmente positiva: vem sendo pesquisado e experimentado pelas companhias petrolíferas. O setor privado já assumiu a liderança na busca de soluções, levando em conta o horizonte de existência de petróleo, óleo e gás, estimado em mais 50 anos, contra dois mil anos das reservas de carvão.

“Precisamos de novas fontes de energia, de medidas mitigadoras, mas principalmente da adoção imediata de novos padrões de comportamento e consumo, se realmente queremos deixar bons filhos para o nosso planeta”, finalizou Israel Klabin.



¹ Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, realizada em 1992 no Rio de Janeiro

² IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas/ONU

³ Acordo internacional assinado por 84 países, em 1997 no Japão, para redução das emissões de gases-estufa

⁴ COP – Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima



As mudanças climáticas que vêm ocorrendo no mundo, em escala cada vez maior, estão diretamente relacionadas às emissões de gases de efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono (CO₂), devido, sobretudo, ao uso excessivo de combustíveis fósseis. Grande parte destes gases é produzida pela natureza, mas o acréscimo gerado pelo homem através da intensa atividade industrial e pelo aumento da demanda de energia primária no mundo está acarretando um desequilíbrio dos ciclos naturais do planeta.

Na busca de soluções para reduzir as emissões e mitigar os efeitos das mudanças climáticas, a comunidade científica mundial, com apoio de empresas e governos, tem se dedicado a pesquisar e desenvolver tecnologias que suportem tal desafio. Entre estas tecnologias já experimentadas em diversas regiões do globo, figura a de Captura e Armazenamento de Carbono, conhecida como CCS (sigla em inglês para *Carbon Dioxide Capture and Storage*).

O processo do CCS consiste na remoção do dióxido de carbono (CO₂) das emissões resultantes de

fontes estacionárias industriais – tais como centrais termoeletricas, cimenteiras e siderurgias – e na compressão do gás, que é então transportado para ser armazenado em uma estrutura geológica adequada.

O CCS pode ser aplicada a todos os processos industriais que utilizam a queima de combustíveis fósseis (carvão, gás e petróleo) e de biomassa. Em todos os casos, o armazenamento do CO₂ é feito em formações geológicas adequadas ou em reservatórios especiais, exclusivos para este fim.

Ainda há grande polêmica em torno da possível aceitação da tecnologia CCS no escopo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL⁵, podendo se enquadrar em projetos de negociação de crédito de carbono, validado para Protocolo de Kyoto.

O debate aberto pela Shell em parceria com a FBDS, tem como propósito ouvir as mais diversas argumentações sobre o tema para assim auxiliar nos avanços necessários ao uso eficaz e sustentável da tecnologia CCS.

⁵ O MDL é um dos mecanismos de flexibilização criados pelo Protocolo de Kyoto para auxiliar o processo de redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE) ou de captura de carbono (ou sequestro de carbono). Os projetos de MDL podem ser baseados em fontes renováveis e alternativas de energia, eficiência e conservação de energia ou reflorestamento. Existem regras claras e rígidas para aprovação de projetos no âmbito do MDL. O primeiro projeto de MDL aprovado pela ONU no mundo foi o do aterro sanitário de Nova Iguaçu, no Estado do Rio de Janeiro, Brasil, que utiliza tecnologias bem precisas de engenharia sanitária, tendo os créditos de carbono sido negociados diretamente com os Países Baixos.



José Goldemberg

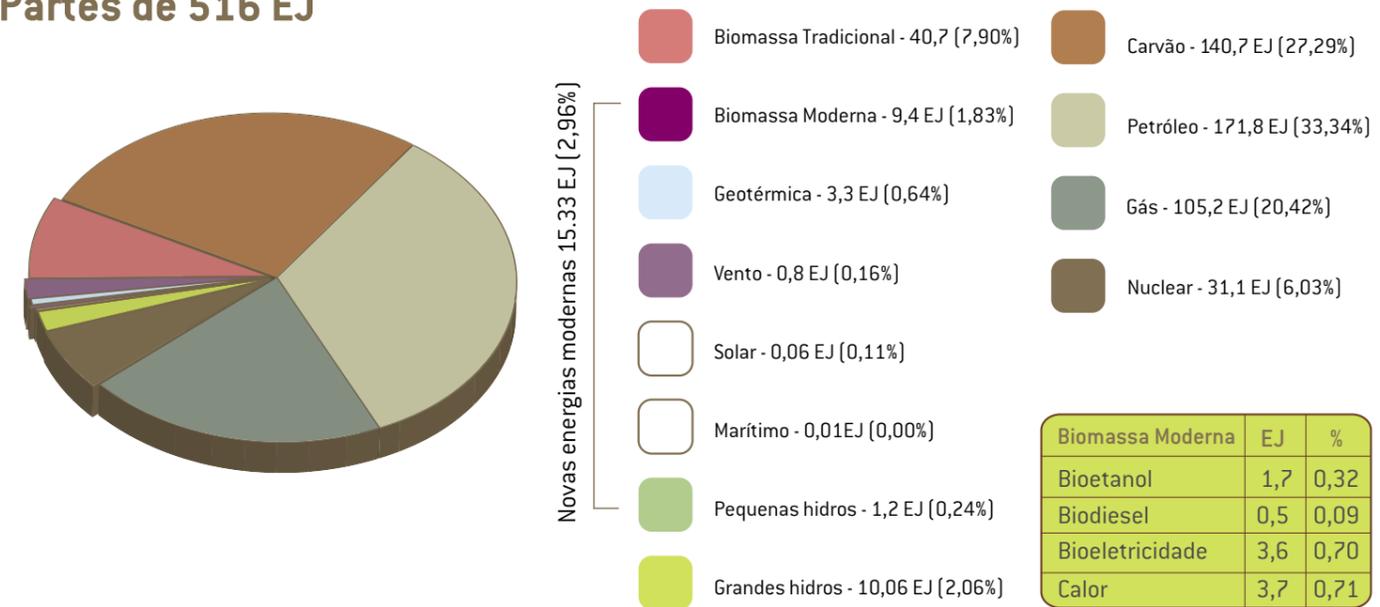
Doutor em Ciências Físicas pela Universidade de São Paulo, José Goldemberg foi presidente da Companhia Energética de São Paulo (CESP) e da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Na Presidência da República, foi Secretário de Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente e Ministro da Educação. Foi Secretário do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Professor/pesquisador de universidades no Brasil, Estados Unidos, Canadá e Europa. É Membro da Academia Brasileira de Ciências e da Academia de Ciências do Terceiro Mundo; Co-Presidente do Global Energy Assessment (Viena). Foi selecionado pela 'Time Magazine' como um dos treze "Heroes of the Environment in the category of Leaders and Visionaries 2007". Recebeu o prêmio 'Blue Planet Prize 2008', concedido pela Asahi Glass Foundation.

Convidado pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS) para mediar o debate sobre a tecnologia CCS, o professor José Goldemberg, especialista em produção de energia e reconhecido como um dos mais importantes pesquisadores na área ambiental, defendeu a idéia de que todas as soluções devem ser experimentadas por meio de projetos pilotos e avaliadas cientificamente, levando-se em conta as características e necessidades de cada região.

Segundo o físico, em 2008 foram consumidos em energia no mundo 516 EJ (exajoules) equivalentes a 10 bilhões de toneladas de petróleo. "Cada ser humano consome aproximadamente 1,6 toneladas equivalentes de petróleo. A matriz energética mundial é composta por 33% de petróleo, 27% de carvão e 20% de gás, ou seja, 80% da energia consumida são provenientes dos combustíveis fósseis. Os 20% restantes estão distribuídos de forma complexa entre biomassa tradicional, energia nuclear, hidroelétricas de grande porte e os curtos 3% de energias renováveis modernas, o sonho dos ambientalistas".

O modelo de energia que garantiu a mais de 1/3 da população mundial do século XX (2 bilhões de pessoas) um nível de conforto extraordinário e sem precedentes na história da humanidade é um sistema baseado em combustíveis fósseis. No apogeu de Roma, havia cerca de 1 milhão de habitantes, com um nível de vida razoável graças aos engenheiros romanos que se preocuparam em construir aquedutos e esgoto. "Hoje, mais de 30% da população mundial tem um nível de vida adequado, contra apenas 1% daquela época. Mas este modelo de evolução, baseado no uso indiscriminado de combustíveis fósseis, não pode mais predominar.

Produção Mundial de Energia Primária (2008) Partes de 516 EJ



Segundo Goldemberg, há que se encontrar alternativas à atual matriz energética, uma vez que as reservas de petróleo não vão durar para sempre. Há um problema de segurança de abastecimento já que os recursos naturais estão distribuídos mundialmente de forma muito desigual, com a concentração das grandes reservas remanescentes de petróleo no Oriente Médio, uma região conturbada politicamente. Outro problema são os impactos ambientais que estão se tornando efetivamente preocupantes.

Nos últimos tempos, várias soluções foram propostas para resolver a dependência de combustíveis fósseis, entre as quais a tecnologia CCS. "Quando estudamos esta solução, existem razões para otimismo, uma vez que o CCS é compatível com as estruturas atuais de tecnologia e pode ser uma ponte para que energias renováveis se viabilizem. Além disso, pode ser uma solução para países em desenvolvimento, como China e Índia, com grandes reservas de carvão e uso do mineral em grande escala. O CCS tira carbono da atmosfera e já esta baseado em um grande entusiasmo: há um excesso de confiança na tecnologia".

Mas também existem incertezas, entre as quais o alto custo, a necessidade de espaço para armazenagem e a permanência do CO₂ armazenado, além de outras dificuldades técnicas, de problemas organizacionais e de discontinuidades, tais quais o fim do carvão em até 2 mil anos. "Há ainda um perigo que deve ser levado em conta, uma vez que a utilização do CCS em larga escala legitimiza o uso de carvão e, portanto, faz um *lock in* em uma tecnologia atual, o que é condenado por ambientalistas mais radicais, que defendem que a melhor solução é não usar energia".

Segundo o especialista, o CCS é uma das tecnologias que precisa ser experimentada. "É como o caso da energia nuclear: houve um grande otimismo, há muitos anos, seguido de uma fase de pessimismo. Finalmente, aprendeu-se fazendo reatores nucleares que produzem energia, com uma contribuição positiva, mas que dão origem a emissões de radioatividade e produção de resíduos que não sabemos como tratar".

"Não vamos resolver essas questões aqui discutidas sobre o CCS, apenas resolvendo as incertezas e fortalecendo as razões para otimismo. É preciso que sejam feitos projetos pilotos, nos quais seja possível ver na prática como a tecnologia funciona", concluiu José Goldemberg.

Tecnologias para abatimentos de emissões



Marcus Frank

Responsável pela área de mudanças climáticas da McKinsey, no Brasil, Marcus Frank tem bacharelado e mestrado em Engenharia Química pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT). Liderou projetos de mapeamento de potencial de redução em diversos setores da economia e de implementação de estratégias de reflorestamento e redução de desmatamento. Trabalhou no setor industrial com desenvolvimento de tecnologias para reciclagem de lixo tóxico e com pesquisa em energia renovável geotérmica no MIT Energy Laboratory.

Sob a temática de tecnologias para abatimento de emissões, a palestra ministrada por Marcus Frank, diretor do Departamento Brasileiro de Mudanças Climáticas da McKinsey, apresentou dados do estudo *Caminhos para uma Economia de Baixo Carbono no Brasil*, que quantificou custo, volume e oportunidades de abatimento de carbono, usando como referencial as recomendações do IPCC.

O cenário apresentado pelo palestrante aponta que, segundo as bases observadas em 2005, a humanidade emite aproximadamente 45 giga toneladas de gases de efeito estufa de CO₂ equivalente. “Se nada for feito, com o crescimento natural e com as mesmas tecnologias, essas emissões provavelmente subirão para 93 giga toneladas em 2030. Essencialmente, o PIB mundial dobra e as emissões acompanham. A notícia alentadora é que a economia tende a se tornar mais produtiva ao longo do tempo: eficiência energética, especialmente com custos mais elevados de combustíveis fósseis”.

No modelo de projeção desenvolvido pela McKinsey, as emissões chegariam a 70 giga toneladas e, de acordo com as estimativas do IPCC, esse cenário ainda acarretaria um aquecimento global da ordem de 4 graus centígrados. Existem incertezas nessas estimativas, mas grande parte da comunidade científica acredita que 2 graus seria uma barreira aceitável de aquecimento global para mitigar consequências mais graves. “Seria necessário que a humanidade traçasse uma rota descendente de emissões para limitar o aquecimento global a 2 graus e, para isso, as emissões em 2030 teriam que ser da ordem de 25 a 35 giga toneladas”.

E quais seriam as implicações deste cenário na economia mundial? Hoje, são gerados 740 dólares de PIB por tonelada de carbono emitido. Para que se entre na curva de declínio sugerida pelo IPCC em 2030, a produtividade precisaria ser de 2.400 e em 2050 de 7.300 dólares de PIB por tonelada de carbono emitido.

“Isto representaria a descarbonização da economia mundial e o aumento de produtividade energética da ordem 5.5% ao ano, todo ano: um ganho nunca visto antes”.

Após observar os setores da economia global e mapear as oportunidades de abatimento, o estudo concluiu que é possível entrar em uma trajetória descendente de emissões. Seria possível fazer abatimento de 38 giga tonelada sobre a base de 70, com tecnologias hoje já conhecidas, algumas já maduras e outras, como o CCS, ainda em amadurecimento. Esse abatimento poderia ter um custo inferior a 60 Euros por tonelada de carbono emitido.

“O estudo não levou em conta mudanças comportamentais como consumir menos proteína animal, dirigir menos e usar mais transporte público, o que na teoria poderia aumentar o potencial de abatimento em torno de 5 giga toneladas”.

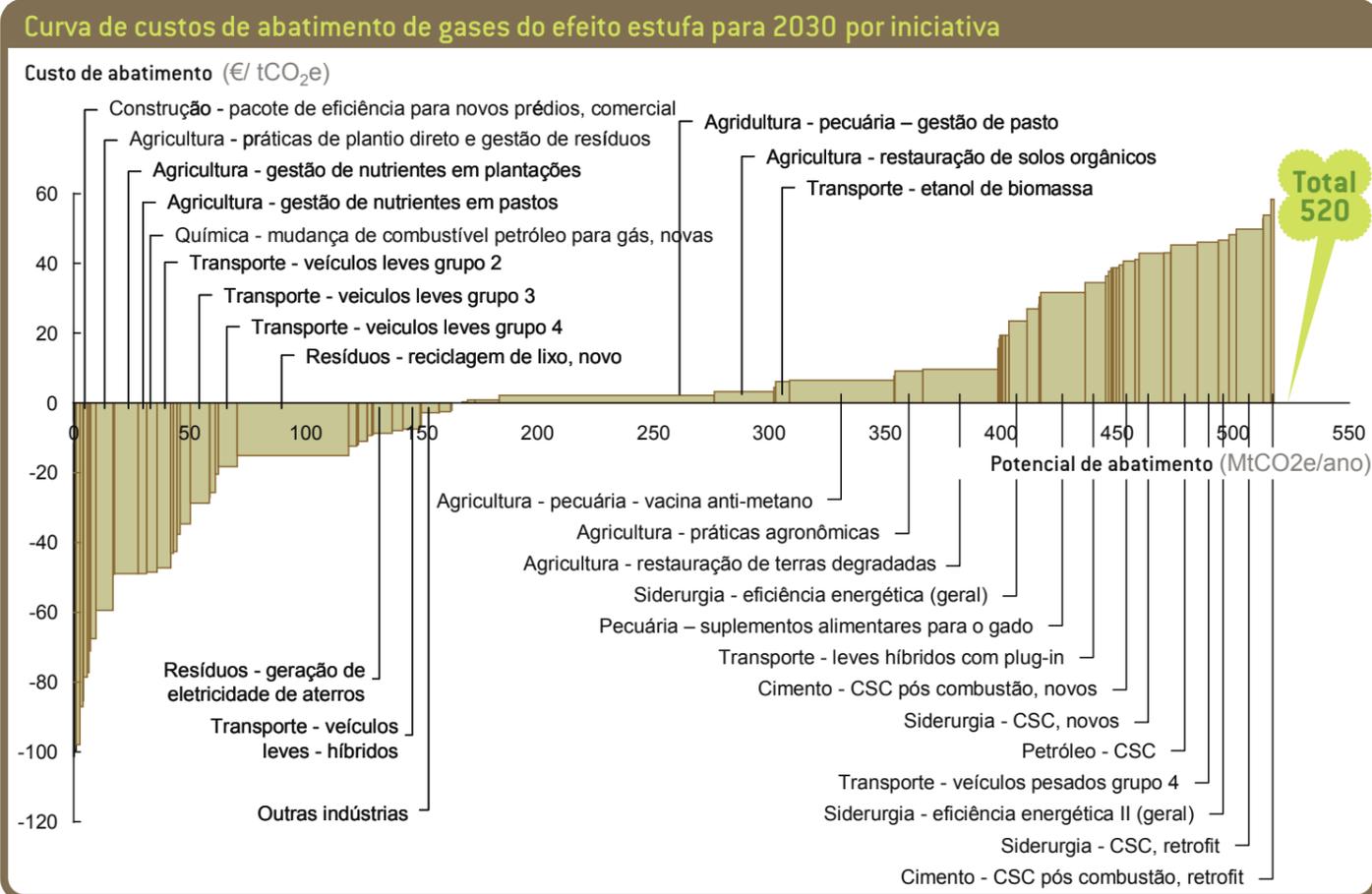
Foram incluídas no estudo 170 iniciativas que apontaram custo e potencial de volume de abatimento. Uma das conclusões é a teoria de que existem 12 giga toneladas que em princípio têm um custo negativo de implementação, ou seja, 1/3 das oportunidades seria um bom negócio para a economia.

O grande desafio está na implementação dessas oportunidades, principalmente porque a contribuição individual não é grande e se concentram em medidas de eficiência energética, como reciclagem de lixo e tratamento de gases nos aterros sanitários.

Na perspectiva de investidor, quando são colocados impostos e custos maiores de capital, em geral, as oportunidades de eficiência energética se tornam até mais atrativas, pois em quase todos os países os impostos sob o setor energético são relativamente altos.

Oportunidades de abatimento no Brasil

EXCLUINDO SETOR FLORESTAL



FONTE: Global Abatement Cost Curve v2.0 - estudo "Caminhos para uma economia de baixa emissão de carbono no Brasil"

As oportunidades podem chegar a 30 euros por tonelada, levando em conta melhorias relativas ao uso do solo (agricultura, pecuária e redução do desmatamento), uso de tecnologias renováveis (solar e eólica) e de energia nuclear.

Quanto às oportunidades de 30 a 60 euros por tonelada, estas incluem processos industriais e a tecnologia CCS, que representam 3.3 giga toneladas, ou cerca de 10% do potencial de mitigação global. Porém, são as que com o custo mais elevado. “No estudo, o CCS foi a tecnologia sobre a qual fizemos a maior projeção futura sobre o custo de implementação, que seria de 80 a 90 euros por tonelada”.

Outro estudo específico sobre CCS, feito pela McKinsey com 50 parceiros mundiais, estimou que com o aperfeiçoamento dessa tecnologia é possível alcançar, em 2030, em torno de 35 a 50 euros por tonelada. O maior custo desta tecnologia é o inicial, ou seja, o que precisa ser investido na fase de separação do carbono. O custo de transporte é relativamente baixo e o de armazenamento intermediário.

Em nível mundial, o setor de eletricidade é o que tem maior responsabilidade nas emissões, em contrapartida tem o maior potencial de abatimento, seja com CCS ou com tecnologias renováveis. No setor florestal e de agricultura, fortemente relacionados com a realidade brasileira, também há um grande potencial. O florestal é o único em que o potencial de abatimento é maior do que as emissões projetadas: “O desmatamento seria zero, em 2030, e com oportunidade se fazer do setor, com reflorestamento, um sumidouro de carbono”.

Do ponto de vista geográfico, a China hoje é o maior emissor e também tem o maior potencial de redução. Para o Brasil, este potencial é de quase 70%. O país é o quarto maior emissor do mundo, em função, principalmente, do desmatamento. Mesmo excluindo o setor florestal, o Brasil tem 1 giga tonelada (e deve subir para 1.6, até 2030) de emissões anuais, ou seja, ainda estaria entre os 10 maiores emissores mundiais. A matriz elétrica brasileira é hoje extremamente limpa, mas tende a dobrar de tamanho e se tornar mais suja.

Na realidade brasileira, a agricultura e a pecuária têm uma representatividade muito grande quanto ao nível de emissões, já que o país é o maior exportador mundial de *commodities* agrícolas. O Brasil tem um potencial de

redução de meia giga tonelada por ano (excluindo floresta) e, neste caso, uma das maiores oportunidades está nos resíduos, com alta atratividade econômica. “O potencial de CCS está em torno de 50 giga toneladas, o que representa cerca de 10% do potencial de redução do Brasil, excluindo floresta”.

Ainda no caso brasileiro, na agricultura o custo teórico é negativo, porque a maior oportunidade de redução repousa sobre a otimização do uso do solo para melhorar a produtividade. A pecuária tem um custo de implementação positivo, porém com maior dificuldade de colocar em prática a otimização do uso do pasto, que demanda sofisticação do pecuarista. A captura de carbono para este setor, que hoje produz sob um modelo de pecuária extensiva, será um dos grandes desafios.

O setor de petróleo e gás aparece com custo nulo, em função de inúmeras iniciativas de eficiência energética. “Com as atividades do pré-sal e outras iniciativas, o potencial deste setor, do ponto de vista volumétrico, deve aumentar”.

Os setores industriais e de siderurgia são os que têm o custo mais alto e com o volume mais significativo. “Este dado está relacionado com o potencial de CCS no Brasil, uma vez que 40% estão presentes no setor siderúrgico, que deverá apresentar um crescimento significativo. Portanto, a quantidade de oportunidades em termos de volume é grande”.

Quanto à energia, a maioria das oportunidades de redução de consumo de energia elétrica tem custo negativo porque são abatidas da necessidade de crescimento da geração da matriz elétrica. “Existe uma nova geração de energia fóssil relativamente baixa quando se aplica todas as oportunidades de redução de consumo nas oportunidades de abatimento. Qualquer redução de consumo projetado visa à projeção da matriz ou uma termoelétrica a menos. Mas na prática, não é o que está acontecendo”.

Existe uma grande incerteza sobre as emissões do setor de floresta. Há o potencial de reflorestamento que é da ordem de 200 toneladas anuais. “O grande desafio do estudo era quantificar esse custo. Depois de conversas com especialistas, representantes de ONGs e do governo, reunimos um conjunto de 33 iniciativas, divididas em quatro classes, para elaborar uma proposta de solução mais abrangente”.

As quatro classes reúnem: (1) Fortalecimento das instituições, com custos para regulamentação fundiária e para presença mais efetiva do controle da polícia e do poder judiciário; (2) Monitoramento, com ações que assegurem o cumprimento da legislação ambiental e com sistemas que garantam a origem dos produtos; (3) Incentivos, políticas que suportem o desenvolvimento de mercados de produtos sustentáveis e inibam cadeias não-sustentáveis; (4) Desenvolvimento, com apoio à criação de empregos que proporcionem o desenvolvimento sustentável da região e iniciativas que melhorem o sistema de educação e de saúde.

“Nossa expectativa é de aumentar a consciência da sociedade brasileira e alertar para as oportunidades do país. Do ponto de vista regulatório, o Brasil tem uma grande oportunidade para se preparar: o crédito de carbono para reflorestamento pode chegar a 100 bilhões de dólares. O estudo estima em 17 bilhões de reais ao ano o volume de investimentos necessários para preservar a floresta ao longo de duas décadas. Tais recursos representam pouco mais de 1% dos impostos arrecadados no Brasil”.

Para Marcus Frank, a meta de redução global é possível, mas difícil. “Sem ações coordenadas, por parte de todas as categorias-chave envolvidas – setor produtivo, governos e sociedade civil –, é improvável que mesmo as opções econômicas mais viáveis de mudança alcancem todo o seu potencial”.





Brendan Beck

Analista da International Energy Agency (IEA), Brendan Beck trabalhou em programas de pesquisa e desenvolvimento para gases de efeito estufa, com foco em aspectos legais, regulamentares e técnicos do CCS. O especialista esteve ainda envolvido em uma série de iniciativas europeias sobre CO₂ e foi recentemente nomeado para o Comitê de Direção de Tecnologia Ambiental e Econômica para o curso de mestrado na City University London.

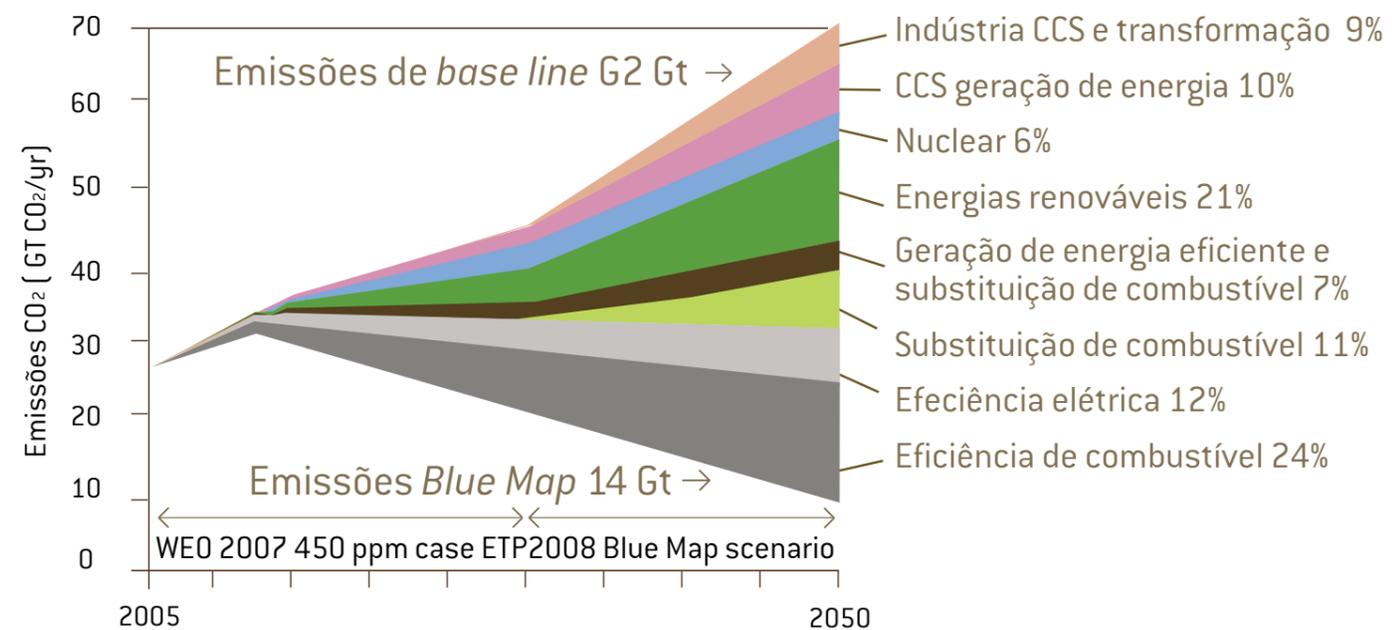
A IEA foi criada em 1973, após a primeira crise do petróleo, inicialmente com as nações produtoras de petróleo. Atualmente, a agência reúne 28 países membros, pertencentes a Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE). Inicialmente, as metas da IEA estavam relacionadas à segurança energética. Hoje, a agência aumentou a atuação para as áreas ambientais e de crescimento econômico. “Não se pode falar em energia global sem envolver os países que não fazem parte da OCDE. Por esta razão, trabalhamos muito proximamente também com o Brasil, a China, a Índia, o México e outros países em desenvolvimento”.

As atividades da IEA têm foco na análise energética, nas previsões e estatísticas, e também nas tecnologias, como é o caso do CCS. Há, ainda, um trabalho de relatórios que reúnem componentes sobre crise energética e publicações sobre a perspectiva de tecnologias de produção energética e os impactos destas sobre as mudanças climáticas.

Para contextualizar a CSS, é preciso considerar que a demanda energética no mundo todo deve aumentar. Hoje, o maior componente energético é de combustíveis fósseis - petróleo, carvão e gás. Por meio da análise do uso da energia das patentes concedidas, estima-se que a demanda vai aumentar 45% até o ano de 2030, a maior parte proveniente dos combustíveis fósseis. Até o ano de 2030, teremos também um aumento significativo nas emissões de CO₂.

“Uma vez que, segundo as projeções, cerca de 90% do aumento estimado de emissões virá de países fora da OCDE, é crucial que a organização não aja sozinha e não crie políticas voltadas somente para os países membros. Vale ressaltar ainda que as tecnologias utilizadas sejam disseminadas, entre os setores, entre as regiões, tanto dos países membros quanto dos que não fazem parte da OCDE. A transferência tecnológica deve ser um mecanismo, um incentivo, que possa ser traduzido como um compromisso global”.

Estabilização Global do Gás de Efeito Estufa Demanda na Evolução da Tecnologia



IEA, Energy Technology Perspectives (2008).

Em dados reais, o aumento nos últimos sete anos da demanda de carvão ultrapassa petróleo e gás juntos. Neste cenário, estima-se que para o ano de 2030 o carvão seja responsável por 30% de toda a demanda energética mundial.

A média mundial de eficiência energética chega a 25,4%, com 110 gramas de CO₂ por KW. Ao observar a média da União Européia, este número vai diminuindo. “Com as tecnologias disponíveis hoje, chegamos a 665 gramas. E nem com a tecnologia mais avançada é possível alcançar os índices da energia associada ao carvão. Hoje, a única tecnologia que consegue lidar com essas emissões é o CCS, ou seja, a captura e o armazenamento do dióxido de carbono”.

Os especialistas recomendam que não se deve passar de 2 graus no aumento de temperatura do planeta. Nesse cenário, há que se reduzir as emissões em 48 giga toneladas, chegando a 14 giga toneladas, no máximo, já no ano de 2050. “Fizemos uma série de modelagens, analisando mais de mil tecnologias e comparando-as em termos de custo, efetividade e aplicabilidade em diferentes regiões e chegamos a uma carteira de soluções: a que mais contribuiu, em termos de eficiência energética, cria 46% da redução de emissões. E 1/5 advém do CCS”.

Em termos de produção energética mundial, para 2050 deverá haver um aumento da ordem de 250% no uso de carvão, a menos que novas medidas sejam tomadas para reduzir esse uso. Há que se combinar tecnologias, a fim de otimizar as oportunidades de redução. “Se trocarmos o excessivo de carvão para gás, a redução diminui quase pela metade. No caso do CCS, tecnologia-chave para esse processo, precisamos levá-la a uma fase de maturidade, com grandes impactos nas reduções”.

Sem qualquer política que reverta o atual cenário, as emissões de CO₂ vão aumentar em cerca de 130% entre hoje e 2050, o que acarretará um aumento de temperatura entre 4 e 7 graus. O CCS é essencial para reduzir em 1/5 as emissões de CO₂, reduzindo também as temperaturas em níveis toleráveis. “Calculamos os custos de substituir o CCS pelo uso de outras tecnologias e chegamos à conclusão de que este custo para sociedade aumentaria em cerca de 70%”.

A base tecnológica do CCS

A tecnologia CCS segue três passos: captura, transporte e armazenamento do carbono. Para se fazer a captura a partir da geração de eletricidade, há diferentes opções. (1) A pós-combustão captura o CO₂ no final e remove os outros componentes, deixando-o livre e limpo. (2) A pré-combustão, seja carvão, biomassa ou gás, realiza a gaseificação, quebrando os componentes-chaves e usando o hidrogênio para gerar energia e retirar o carbono para armazenagem. (3) O oxidocombustível se dá no momento da queima de carvão ou de gás.

O transporte pode ser feito por dutos – por meio de compressão, colocado em um duto de alta pressão – ou em caminhões e navios. Os dutos são mais econômicos, pois conseguem carregar CO₂ de alta pressão, têm mais de 3.500 km no mundo e transportam 44.7 toneladas por ano.

Existem diferentes opções de armazenagem de CO₂, como os reservatórios degradados de petróleo e de gás ou no subsolo. Ao longo do tempo, o petróleo e o gás

sobem para as rochas permeáveis atingindo uma rocha mais impenetrável. Uma vez que já foi retirado o óleo e o gás, cria-se um reservatório com rochas de baixa qualidade: pedras muito densas com uma camada permeável superior, que permite a injeção de CO₂ dentro dessa reserva. É possível também fazer com que este reaja com o petróleo: o gás incha e empurra o petróleo para a superfície, nem todo CO₂ é recuperado e há um armazenamento natural. Os aquíferos salinos são outro tipo de reservatório, onde o CO₂ reage com a água, gera uma solução mais densa e afunda, criando minerais sólidos. Uma vez solidificado, não há como recuperar esse CO₂.

Os custos de captura do carbono já estão previstos no preço final do gás. “Para que se aplique o CCS, deve-se adicionar o custo de transporte e de armazenagem, que é da ordem de 10 e 15 dólares por tonelada. Diversas regiões já estão fazendo isso. No Reino Unido, um grupo de usinas já adotou o CCS, com sucesso, em processos que estão entrando em escala. Hoje, temos 10 milhões de toneladas de CO₂ capturadas por ano”.

Atualmente, todos os componentes de CCS já estão em fases viáveis e maturadas. Com isso, o tempo para que essa tecnologia possa ser colocada em prática e no mercado é muito curto. “Temos projetos de CCS em pleno funcionamento desde 1996, o que nos confere uma década de experiência. A IEA trabalha com quatro grandes projetos já maduros, além de uma série de projetos-pilotos menores, que trazem evidências sobre o CCS”.

Entre as iniciativas com uso de CCS, o G8 – grupo dos países desenvolvidos mais a Rússia – já anunciou que pretende ter, até 2010, cerca de 20 projetos de ampla escala, totalmente em funcionamento até 2020. A IEA já trabalha para alguns desses projetos. “Um dos maiores é Sleipner, da Noruega, que trabalha com a extração de gás natural com alto componente de CO₂ separado e extrai mais de 1 milhão de toneladas por ano. Eles as armazenam em aquíferos salinos na superfície e a capacidade de formação é estimada em mais de mil anos”.

Os investimentos mundiais indicam que a tecnologia está em expansão e pode ser usada com sucesso. Os canadenses já investiram, em CCS, 2 bilhões de dólares canadenses, os australianos 2 bilhões de dólares australianos e formaram um novo instituto de captura e armazenagem de dióxido de carbono. A União Europeia investiu mais de 1.05 bilhões de euros nesses projetos com mais de 300 milhões de créditos. Além disso, alocaram 300 milhões de créditos para opções para o ETS, que é o esquema de trocas para idéias inovadoras de CCS em comparação a energias renováveis. Os Estados Unidos também estão investindo em pesquisa.

“A IEA tem duas instituições de pesquisa voltadas especificamente para o CCS. Temos um fórum que já fez uma série de recomendações para o G8 e também publicações, relatórios e um livro sobre a tecnologia. Dispomos ainda uma rede de reguladoras de CCS, mapas de aceleração de tecnologias limpas. Agimos para aumentar a cooperação internacional e a conscientização do que é preciso ser feito hoje para que possamos atingir as metas propostas para 2050”, concluiu Brendan Beck.





Wolfgang Heidug

Gerente geral de políticas de CO₂ do Grupo Shell, baseado na Holanda, Wolfgang Heidug é pós-graduado em Física e em Economia e tem doutorado em Engenharia. Foi um dos principais autores do relatório especial do IPCC sobre CCS, publicado em 2005 e é um dos pioneiros em projetos de demonstração de CCS na Europa e representa a Shell em várias associações relacionadas à tecnologia.

O aumento na demanda energética do planeta será significativo nas próximas décadas. Para que se possam mitigar as emissões provocadas por este aumento será preciso adotar soluções de eficiência energética, com o uso, por exemplo, de energia renovável e nuclear, além de trabalhar com tecnologias como o CCS. “Se analisarmos os impactos que estes números representam na vida real, verificamos que a concentração de CO₂ na atmosfera está aumentando consideravelmente. Precisaremos, então, de toda tecnologia disponível e o CCS poderá contribuir para uma diminuição dessa concentração”.

Resumidamente, o CCS é uma cadeia de tecnologia que engloba a captura, o transporte e a armazenagem do CO₂ e deve ser vista como uma das soluções mundiais para o problema das emissões. A dificuldade ainda é unir essas três etapas e realizar a integração desta cadeia tecnológica. “Hoje, já temos iniciativas comerciais isoladas para fazer isso, mas ainda não há um único projeto, envolvendo os três estágios. A Austrália já tem um projeto que prevê fazer a captura utilizando gás natural e injetando no aquífero salino. O Gorgon (plataforma da Shell localizada na Austrália) já está em uma etapa bastante avançada, mas ainda espera a luz verde do regulador para prosseguir”.

Segundo especialistas, a prospecção para armazenagem do CO₂ no planeta é positiva. O IPCC estima que o potencial de armazenagem de CO₂ poderá ultrapassar 2 mil giga toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e). Esse número é suficiente para que se alcance uma estabilização das emissões de CO₂, até o final do século. A IEA também já vem observando os diferentes tipos de armazenagem e segundo especialistas, o processo em que o CO₂ é armazenado no interior das rochas é bastante simples. “O gás capturado fica preso nos poros como se fosse um fluido com a tendência de subir por ser muito leve. A água realiza o papel de bloqueador, evitando que o CO₂ vaze para a atmosfera. A vantagem é que ao longo do tempo essa armazenagem se torna mais segura e isso é algo já dimensionado nos relatórios”.

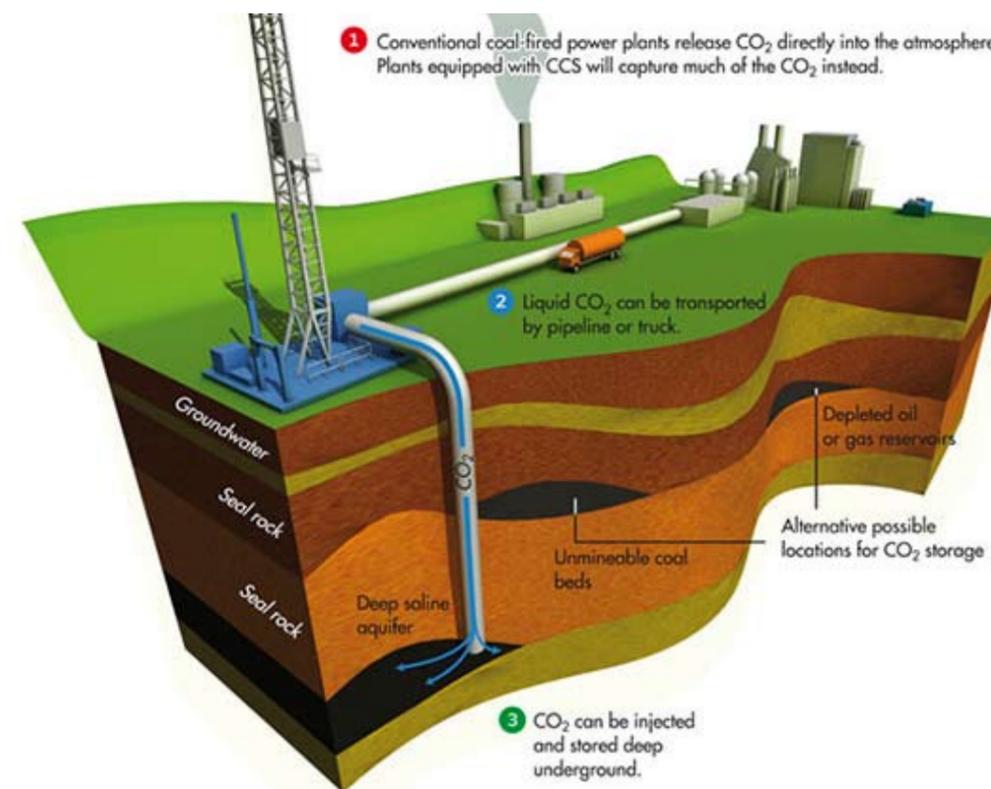
Acredita-se que os maiores custos dos projetos de CCS ainda estão na fase de captura, a qual, dependendo da tecnologia empregada, seria o equivalente a 2/3 do custo total da cadeia. “O ponto importante é que esse custo de captura, vai baixando ao longo do tempo da curva de aprendizagem. A idéia é que sejam elaborados projetos

demonstrativos para garantir um aprendizado técnico por parte dos especialistas que vão trabalhar com essa tecnologia, o que levará futuramente a uma diminuição do custo. Políticas públicas e projetos de CCS comercial também devem ser incentivados. O ideal seria que os países fizessem a captura de CO₂ através de uma licença que possa ser comercializada e assim o CCS comercial teria que competir com outras opções no mesmo patamar”.

A cada dia surgem novas tecnologias, mas é essencial o incentivo do chamado ‘efeito de contágio’. Na Europa, já existe o sistema de captura e comercialização. Há uma decisão que prevê que a partir de 2012, o CCS deverá ser incluído como opção de mitigação. “A dificuldade agora reside no trabalho para fazer essa captura. É necessário criar um mecanismo que possa ajudar com o financiamento do projeto de CCS em países que não estão sujeitos a esse sistema. Além disso, para ajudar a disseminação, é preciso de um projeto de certificação internacional do CCS. O objetivo é assegurar que 1 tonelada de CO₂ seja armazenada seguramente no subsolo, e que esta seja considerada como 1 tonelada não emitida”.

Segundo Wolfgang Heidug, projetos demonstrativos também são necessários, principalmente em países ainda não desenvolvidos. O G8 já propõe a utilização de uma tecnologia limpa e de ações integradas, para que o processo funcione. O elemento-chave é definir uma linha de base, medir as emissões do projeto, observar os limites e as fronteiras. Deve-se pensar ainda a questão do limite e de monitoramento como parte integrante do projeto.

Outro ponto importante é a discussão relacionada à permanência. “Todo projeto deve definir explicitamente como será operacionalizado e qual o procedimento que garantirá que o CO₂ capturado estará realmente seguro. O primeiro passo é localizar a fonte do CO₂ e selecionar a área onde será armazenado, logo seguido pelo monitoramento efetivo, apoiando a política de vazamento zero. Deve-se também quantificar o vazamento potencial para evitar surpresas. O último passo, e não menos importante, é certificar que o CO₂ permaneça armazenado mesmo após a realização do projeto. Para garantir o sucesso do plano, o ideal é contar com a ajuda de peritos e especialistas que possam acompanhar o desenvolvimento no país anfitrião da gestão”.



CCS e mecanismos de comércio de emissões de projetos: questões e opções

Mecanismos de crédito para redução de emissões de projetos são componentes bem estabelecidos de soluções com base no mercado para mitigação de mudanças climáticas e devem, provavelmente, perdurar em sistemas de comércio de emissões para além de 2012. Experiências iniciais foram elaboradas com base no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL, ou CDM, em inglês) do Protocolo de Kyoto e projetos voluntários e de implementação conjunta (JI) para redução de emissões. Em relação ao CCS dentro de mecanismos de crédito para projetos, surgem algumas questões quando consideramos os principais blocos de construção destes mecanismos, por exemplo, limites e pontos de partida para comparação (*baselines*) em projetos, monitoramento, permanência, competências e procedimentos para aprovação.

Fronteiras e *baselines* de projetos

Em mecanismos de crédito para projetos, as reduções são estabelecidas por comparação com uma linha de base (o que teria acontecido sem o projeto). Tipicamente, atividades de redução de emissões em projetos apresentam um processo ou tecnologia substituta para prover o mesmo serviço com emissões reduzidas (por exemplo, energia renovável no lugar de fontes de combustível fóssil) ou aplicação de acessórios “ponta de cano” (*end of pipe*), normalmente para gases não CO₂. Ao se desenhar uma metodologia para aplicações de CCS, é importante considerar que o racional para inclusão em mecanismos com base em projetos deve ser as emissões evitadas, em vez de capturadas ou armazenadas, para garantir a consistência com os princípios atuais utilizados para mecanismos de crédito para projetos.

Assim sendo, isto preservaria a integridade ambiental e manteria a compatibilidade dos créditos negociáveis com outras atividades ou unidades de outros esquemas de comercialização. Isso pode ser acomodado dentro das estruturas de mecanismos de crédito com base em projetos, caso sejam assegurados um desenho apropriado do cenário básico, estimativas de emissões *baseline* e um plano de monitoramento. O relatório da IEA *Greenhouse Gas R&D Programme sobre CCS e MDL* [vide *IEA Greenhouse Gas R&D Programme, ERM – Carbon Dioxide Capture and Storage in the clean development mechanism Report Number 2007/TR2, April 2007*] identificou até 36 casos potenciais de cenários *baseline* que podem ser aplicados a projetos de CCS. O estudo cobre aplicações industriais e do setor elétrico, projetos de adaptação ou novos e projetos do tipo “ponta de cano” ou integrados de adaptação. A análise destaca a gama de fatores que devem ser considerados ao se desenhar um cenário *baseline* para projetos de CCS.

As fronteiras do projeto delimitam a área espacial em que este é implantado e fornecem as bases para determinar fontes de emissões associadas à atividade do projeto. Para projetos de CCS, suas fronteiras subterrâneas talvez precisem ser modificadas após seu início para que se considerem desvios do comportamento modelado e observado da pluma subterrânea. Isto leva ao requerimento de se considerar fronteiras subterrâneas “dinâmicas” em mecanismos de crédito para projetos, isto é, modificações de fronteiras de projeto após aprovação do projeto.

Monitoramento

Tipicamente, planos de monitoramento de atividades de um projeto envolvem a coleta e arquivamento de dados necessários para desenvolver estimativas de redução de emissões. Estas estão baseadas em níveis básicos de emissões menos emissões do projeto e quaisquer vazamentos de emissões advindas de atividades do projeto.

Para projetos de CCS, não se considera que os elementos de superfície apresentem novas questões dentro deste contexto. Para o monitoramento subterrâneo, entretanto, surgem novas considerações, principalmente por causa da necessidade de adequação de abordagens para a detecção e avaliação de comportamento do CO₂ subterrâneo específicas para cada projeto. Os procedimentos esboçados nas Diretrizes de 2006 do IPCC para Inventário de Gases de Efeito Estufa - o protocolo mais recente para os países calcularem seus inventários nacionais de emissões - fornecem uma estrutura para desenvolver planos de monitoramento de CCS para lugares específicos. A adesão às Diretrizes deve ser efetuada com base no apoio às premissas de vazamento zero. Modificações nos planos de monitoramento após a aprovação do projeto (em resposta a fatores como desvios no comportamento observado ou melhorias em técnicas de monitoramento) podem ser realizadas através de procedimentos adequados de verificação e re-aprovação.



Permanência

É um dos aspectos mais desafiadores do CCS em mecanismos de crédito para projetos. O princípio fundamental é que uma tonelada de CO₂ armazenado é uma tonelada não emitida para atmosfera. Sua solidez baseia-se nos seguintes aspectos:

- seleção de locais que mostram excelentes mecanismos de aprisionamento;
- avaliação e gerenciamento do risco de vazamentos;
- Alocação de responsabilidade de monitoramento e relatórios;
- Alocação de responsabilidade por quaisquer danos causados (locais e globais).

Para garantir isso, sugerimos um modelo de quatro etapas para gerenciar a permanência:

1. Caracterização, seleção e gerenciamento do local de armazenamento (para assegurar premissas de vazamento zero), com base na preparação de um Relatório Detalhado de Caracterização do Local de Armazenamento;
2. Monitoramento do complexo subterrâneo de armazenamento para fins de garantia (para detectar a presença de CO₂ e fornecer alertas de irregularidades), realizados de acordo com o plano definido no Relatório de Caracterização do Local de Armazenamento;
3. Quantificação da massa de qualquer CO₂ liberado do complexo de armazenamento para a atmosfera devido a vazamentos (e requisitos para renúncia a créditos se estes excederem o *baseline* ou se o projeto estiver além do seu período de crédito);
4. Contenção de longo prazo do armazenamento de CO₂ - através de esquemas de cuidados posteriores, ou *after-care*, e transferência de responsabilidade para o país-sede com base em desempenho, além da provisão de um mecanismo financeiro para subscrever custos no caso de irregularidades e para apoiar o custo de monitoramento após a transferência de responsabilidade. Relatórios aprovados de Fechamento do Local de Armazenamento e de Avaliação Final do Desempenho do Local de Armazenamento podem fornecer bases para o fechamento seguro e transferência de responsabilidade, respectivamente.

Requisitos institucionais

Para dar suporte a esse modelo, podem ser necessários certos procedimentos de aprovação e verificação. Também pode ser preciso reforçar as competências técnicas dos países-sede e do *board* de gerenciamento do esquema para facilitar uma efetiva regulação para gerenciar a permanência. Nesse contexto, são propostos os seguintes órgãos:

1. Suporte independente de terceiros: na forma de centros de competência, que poderiam auxiliar países-sede na apreciação de procedimentos de caracterização do local empregados pelos promotores do projeto e para estabelecer o mecanismo de financiamento.
2. Um Painel Internacional de CCS: reportando ao *board* de gerenciamento do esquema, para: (a) apoiar o desenvolvimento de novas metodologias de contabilização de GEE adequadas ao CCS; (b) auxiliar revisões e aprovações das aplicações de projetos de CCS; (c) revisar relatórios de monitoramento e quantificação de eventuais vazamentos e (d) dar suporte à avaliação e regulamentação do fechamento do site, ao monitoramento durante o período de *after-care* e a provisões de transferência de responsabilidade através de análises de segurança do armazenamento de longo prazo.

Conclusão

A humanidade vem usando os recursos naturais, especialmente aqueles que têm alguma relação com as condições climáticas, julgando que os mesmos sejam infinitos e imutáveis. No entanto, verifica-se que os mesmos podem ser alterados, demandando esforço e conhecimento para evitar situações catastróficas que infelizmente já estão ocorrendo.

Mais do que o impacto sobre o bem-estar da humanidade, o aquecimento global tem o potencial de desestabilizar a economia e a ordem social de uma maneira sem precedentes, provocando tragédias de grandes proporções como fome, falta de água potável e migração em massa.

Existe uma necessidade urgente de que se façam previsões de maior precisão sejam obtidas. E também que sejam planejadas e postas em prática ações mitigadoras, uma vez que os impactos afetarão não apenas os ecossistemas naturais, como também todas as atividades econômicas com reflexos no próprio equilíbrio social do Brasil e do mundo.

Novamente acreditando na premissa de que a mitigação dependerá de um conjunto de soluções e tecnologias – e de mudanças no padrão de consumo e de vontade política – o CCS pode ser um dos caminhos, uma vez que tem uma aplicação claramente identificada, como solução para grandes emissões fixas.

Mesmo que o reconhecimento da tecnologia CCS como MDL ainda cause polêmica, em um ponto, acadêmicos, cientistas, empresários e governos parecem concordar: é preciso experimentar esta tecnologia, por meio de projetos pilotos e de estudos de campo.

Nesta página, foram reunidas algumas declarações sobre o tema apresentado.

“É uma exigência nossa que no plano do pré-sal conste uma tecnologia para diminuir os impactos causados pela extração. Parte da verba destinada à extração deve ser investida no meio ambiente. Neste caso, vai ter de ser CCS, que pode ajudar a preservar o meio ambiente de receber o CO₂ emitido durante a exploração”, Carlos Minc, Ministro do Meio Ambiente

“É preciso analisar também as incertezas, como custos altos, espaço para armazenagem, permanência do CO₂, dificuldades técnicas e problemas organizacionais. O maior perigo é que a utilização do CCS em larga escala legitime o uso do carvão. O CCS precisa ser experimentado. A energia nuclear, por exemplo, enfrentou fases de otimismo e pessimismo, quando finalmente os reatores nucleares produziram energia. Em compensação, pode acarretar acidentes, emissões de radioatividade e produção de resíduos que ainda não sabemos muito bem como tratar. Acredito que este nosso debate sobre CCS esteja somente começando e que nos encontraremos muitas vezes ainda, mobilizados em prol do planeta”, José Goldemberg, professor da USP

“Vivemos crises sistêmicas dos atuais modelos, econômico, social e ambiental. Enfrentamos o perigo de achar que a solução está no passado e não no futuro. Em um mundo globalizado, a tecnologia da informação faz com que vivamos os mesmos problemas, em todas as partes do planeta. Tratar de assuntos globais, como mudanças climáticas, de forma localizada, sob parâmetros nacionais não vai funcionar. Por esta razão, defendemos o uso de todas as tecnologias que estejam ao nosso alcance e que possam vir a cooperar com este problema que é de todos nós”, Israel Klabin, presidente da FBDS

Créditos

- Realização - Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável e Shell Brasil
- Conselho curador da FBDS - Israel Klabin, Philippe Reichstul, Maria Silvia Bastos Marques, Rubens Ricupero, Thomas Lovejoy e Jerson Kelman
- Coordenação - Walfredo Schindler
- Projeto Editorial - DaGema Comunicação - www.dagemacomunicacao.com.br
- Textos - Lilia Giannotti e Luíza Martins
- Revisão - Aimée Louchard
- Projeto Gráfico - Chris Lima - Evolutiva Estúdio - www.evolutivaestudio.com
- Diagramação - Larissa Hirsch - Evolutiva Estúdio
- Impressão - Gráfica Onida



www.fbds.org.br



www.shell.com.br