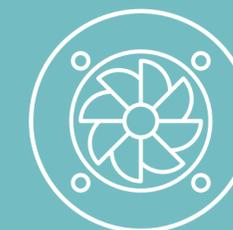
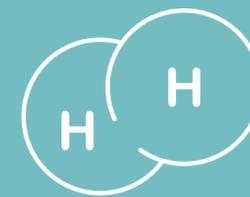


# 1º Relatório Anual de CCS no Brasil 2022/2023

 **CCS Brasil**



# Expediente

Este relatório foi produzido pela equipe da CCS Brasil e colaboradores.

## Coordenação e Edição

Isabela Morbach Machado e Silva  
Nathália Weber

## Elaboração de textos e mapas

Isabela Morbach Machado e Silva  
Nathália Weber

## Colaboração Especial

Fernando Hernandez  
Beena Sharma  
Saulo de Oliveira  
Allan Cavalari

## Projeto gráfico e diagramação

Elton Galdino  
Diego Michel  
Temple Comunicação

O objetivo deste relatório é apresentar atualizações e acontecimentos de 2022 relacionados às atividades de Captura e Armazenamento de Carbono com foco no Brasil. Embora todos os esforços tenham sido feitos para garantir a precisão dos dados apresentados, mudanças nos parâmetros utilizados e nas metodologias das fontes de dados podem afetar os resultados. A CCS Brasil não oferece garantias quanto à precisão dos dados apresentados neste relatório. O material contido neste relatório está sujeito a direitos autorais. No entanto, a CCS Brasil incentiva a disseminação do conhecimento e permite a reprodução do relatório, integral ou parcialmente, para fins não comerciais, desde que a atribuição de autoria apropriada seja dada. As solicitações de direitos e licenças devem ser direcionadas para: [contato@ccsbr.com.br](mailto:contato@ccsbr.com.br).

## Apoio



## Suporte em Comunicação



---

## Nota metodológica

Para as estimativas e referências foram utilizadas as bases de dados da CCS Brasil, que reúnem dados e informações entre o período de 2020 e 2022 de fontes como: ANP, SEEG, EPE, CNI, CIBIOGÁS e IBGE, além de análises de pesquisadores e especialistas nos diversos tópicos abordados no documento. Ressalta-se que os números e mapas aqui apresentados têm o intuito de servir como referência para o levantamento de ordens de grandeza e indicar caminhos para a identificação de oportunidades para os projetos de CCS e não devem ser usados para fins legais e de engenharia, já que há grandes incertezas associadas aos processos de coleta e tratamento de dados.

# Sumário

- 4 Mensagem da CCS Brasil
- 4 O que você encontra neste documento
- 5 O que está acontecendo no mundo**
  - 6 (A) Descarbonização e Urgência Climática
  - 8 (B) Incentivos e Mercado de Carbono
  - 9 O framework de Net Zero da Europa e dos Estados Unidos pode apoiar o armazenamento de captura de carbono no Brasil?
  - 10 (C) Projetos no mundo
  - 11 A Economia Circular de Carbono - Um caso para utilização do carbono que capturamos
- 12 Aplicações de CCS no Brasil**
  - 13 (A) Setores-chave
  - 21 (B) Armazenamento de Carbono
  - 23 (C) Logística
- 21 O que aconteceu no Brasil em 2022**
  - 26 (A) Avanços legais e regulatórios
  - 27 Ampliando a CCS no Brasil: superando a regulamentação e obstáculos de contratação
  - 28 (B) Políticas e incentivos à descarbonização
  - 30 (C) Projetos brasileiros de CCS
  - 31 (D) projetos nacionais de pesquisa e desenvolvimento
- 32 Análises e perspectivas**
  - 34 (A) Perspectivas setoriais
  - 37 (B) As bases para um ambiente institucional atrativo
- 38 6 pontos estratégicos para avanço de CCS no Brasil**

## Mensagem da CCS Brasil

Toda atividade econômica em fase de surgimento tem seus desafios iniciais. Desde a carência de dados e informações confiáveis, ausência de padrões estabelecidos, insegurança jurídica em razão da falta de regulação, passando pela construção da cadeia de suprimentos até a necessidade de capacitar mão de obra.

Se por um lado esses obstáculos dificultam o desenvolvimento pleno de uma atividade em formação, por outro representam a oportunidade de construção em conjunto de uma nova atividade econômica.

Ao estruturar o 1º Relatório Anual de CCS no Brasil, referente aos principais acontecimentos de 2022, buscamos contribuir para pavimentar o caminho que levará à estruturação de todo o setor de captura, transporte e armazenamento de carbono, superando os desafios iniciais e colaborando para a consolidação do reconhecimento de projetos de CCS como parte da estratégia de descarbonização do Brasil.

Sabemos que informação é poder! Acreditamos que ao compartilhá-la de forma clara e acessível, estamos ajudando a fortalecer as bases de uma economia mais justa e sustentável. Nosso objetivo é fornecer informações precisas e relevantes para os diversos atores envolvidos em atividades de CCS, sejam eles empreendedores, investidores, pesquisadores ou gestores públicos.

Ao estruturar os nossos relatórios, estamos investindo no futuro das atividades de CCS. Acreditamos que nosso trabalho pode fazer a diferença para o sucesso dessas iniciativas e estamos comprometidos em contribuir para um mundo mais justo e sustentável.

## O que você encontra neste documento

Este documento está dividido em cinco partes.

**A primeira parte** tem o objetivo de contextualizar sobre o papel que tecnologias de CCS podem exercer em alguns dos cenários de redução de emissões de gases de efeito estufa para cumprimento das metas de limitação da temperatura da terra. Além disso, são apresentados os números relativos aos projetos de CCS em operação e também os projetos anunciados no ano de 2022.

**A segunda parte** deste relatório tem como foco as principais aplicações para CCS no Brasil, com levantamentos e estimativas preliminares quanto ao potencial para projetos de captura de carbono e identificação de áreas de interesse para armazenamento geológico de CO<sub>2</sub>. Também são apresentados aspectos relevantes sobre a logística, principalmente quanto ao transporte de CO<sub>2</sub> entre as fontes de captura e locais com potencial para armazenamento.

**A terceira parte** resume o que aconteceu de relevante no Brasil em 2022 para o desenvolvimento de CCS. São abordados aspectos institucionais, regulatórios e de incentivos para implementação de projetos de CCS. Também apresentamos os projetos brasileiros, anunciados e em andamento. E os avanços em pesquisa e desenvolvimento.

**A quarta parte** apresenta análises e perspectivas para os próximos anos. Consolidamos nesse espaço as perspectivas de representantes de diversos setores, uma breve análise sobre as bases para um ambiente institucional atrativo para projetos. Consta ainda uma análise sobre como o Brasil pode aprender com outros países.

**A quinta e última parte** deste relatório introduz os 6 pontos estratégicos necessários para o avanço de projetos de CCS no Brasil, com a análise e visão da CCS Brasil para acelerar a implementação de cadeias completas dessas tecnologias em grande escala.



# O que está

acontecendo no mundo

## A Descarbonização e Urgência Climática

Com a crescente concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, que resulta em eventos negativos relacionados ao aquecimento global, líderes e empresas em todo o mundo consideram a adaptação das cadeias de produção para uma economia de baixo carbono como uma questão prioritária na agenda.

No final de 2021, a UNFCCC (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas) divulgou relatório especial consolidando as Contribuições Nacionalmente Determinada (ou NDCs, sigla da expressão original em inglês) apresentadas pelos países. O objetivo do documento era dar clareza sobre o impacto das metas de descarbonização dos países em relação ao orçamento de carbono restante até 2050. O achado foi no sentido de que mesmo se todas as metas indicadas forem cumpridas, as emissões em 2030 deverão ser 16,3% maiores do que em 2010. Em outras palavras, significa que 89% do orçamento de carbono será consumido até 2030, com cerca de 55 GtCO<sub>2</sub> de carbono restante para o período de 2030 a 2050.

Esses números mostram que, embora os avanços políticos e diplomáticos tenham sido relevantes para destacar a questão climática, o comprometimento declarado dos países não é suficiente e as emissões continuam aumentando. Para ter uma chance razoável de permanecer abaixo do limite de 2°C em relação aos níveis pré-industriais, o mundo precisa reverter as tendências atuais de emissão, mas isso não é uma tarefa fácil. Embora existam soluções tecnológicas disponíveis, os caminhos para reverter essa tendência de emissão são determinados pelas oportunidades locais e pelas limitações técnicas e econômicas da adoção de uma tecnologia. Isso significa que não há uma estratégia padrão a ser aplicada em todo o mundo.

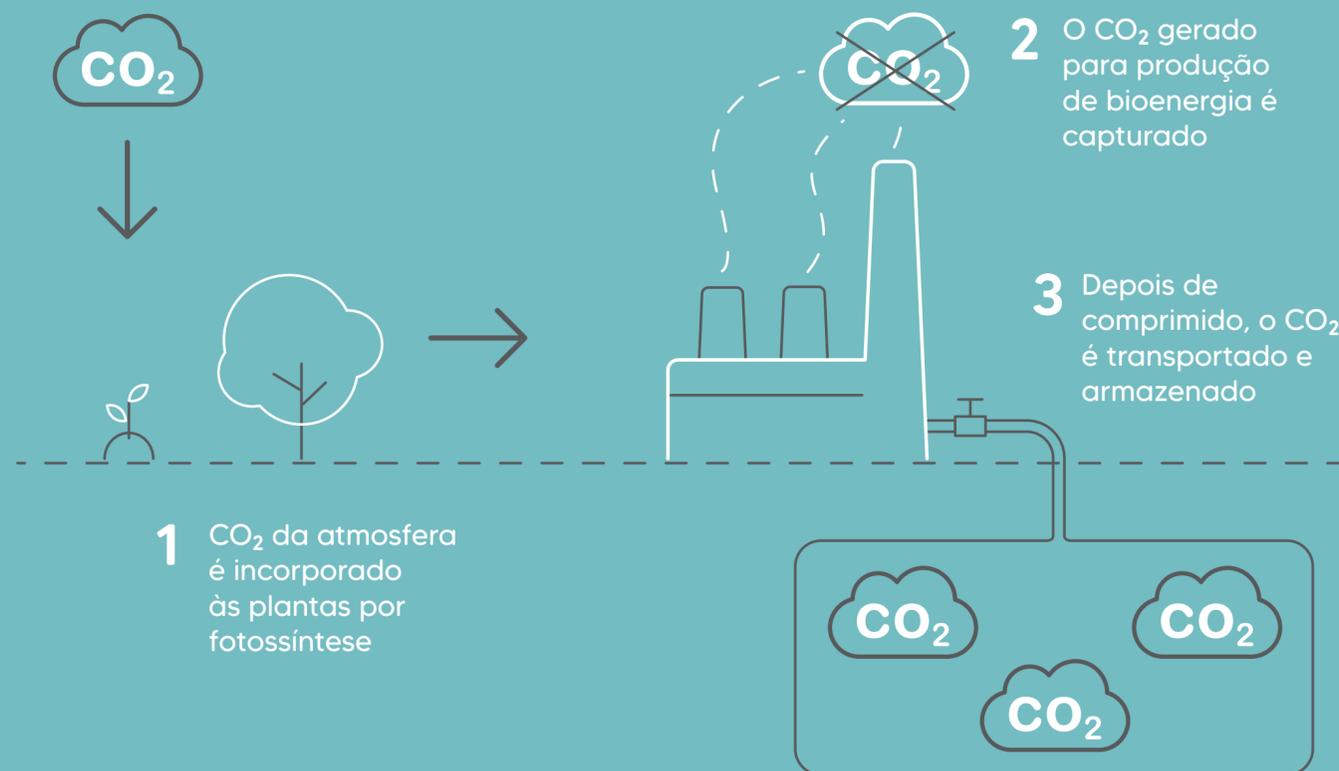
O IPCC (Painel Intergovernamental para a Mudança de Clima) simula possíveis caminhos e cenários para manter o aquecimento global médio abaixo de 2°C neste século, baseando-se nos Modelos Integrados de Avaliação (IAMs), que combinam perspectivas de diferentes disciplinas para criar uma descrição dinâmica de cenários que conjugam energia,

economia, terra e clima - os maiores contribuintes para a emissão de gases de efeito estufa. A interação desses diferentes setores em uma única interface permite a visualização das mudanças do sistema como um todo, assim como as interações entre esses setores e as questões que cercam a mitigação das alterações climáticas.

O mais recente relatório publicado pelo IPCC (AR6) considera diversas formas de mitigação de emissões nos principais setores como estratégias de descarbonização. Essas estratégias incluem processos que visam a eficiência e o reaproveitamento de materiais, substituição de matrizes energéticas por combustíveis sustentáveis e a incorporação de projetos de CCS (Carbon Capture and Storage) tanto em indústrias intensivas em emissões, como é o caso de indústrias essenciais como a indústria do cimento, siderurgia e fertilizantes, quanto combinados à produção de biocombustíveis ou captura direta do ar.

Apesar da diversidade de técnicas disponíveis para reduzir a pegada de carbono das atividades nos cenários previstos pelo IPCC, verifica-se uma forte dependência de técnicas de remoção de carbono ou carbono negativas (CDR - Carbon Dioxide Removal) para compensar as emissões de outras atividades que enfrentam maior dificuldade técnica para reduzir suas emissões. A remoção de carbono refere-se a um conjunto de técnicas para remover o CO<sub>2</sub> da atmosfera, incluindo armazenamento do carbono advindo da captura em plantas de bioenergia (BECCS) ou captura direta do ar (DACCS), florestamento e reflorestamento, biocarvão, aceleração de intemperismo e carbonatação mineral.

## Remoção de Carbono por BECCS

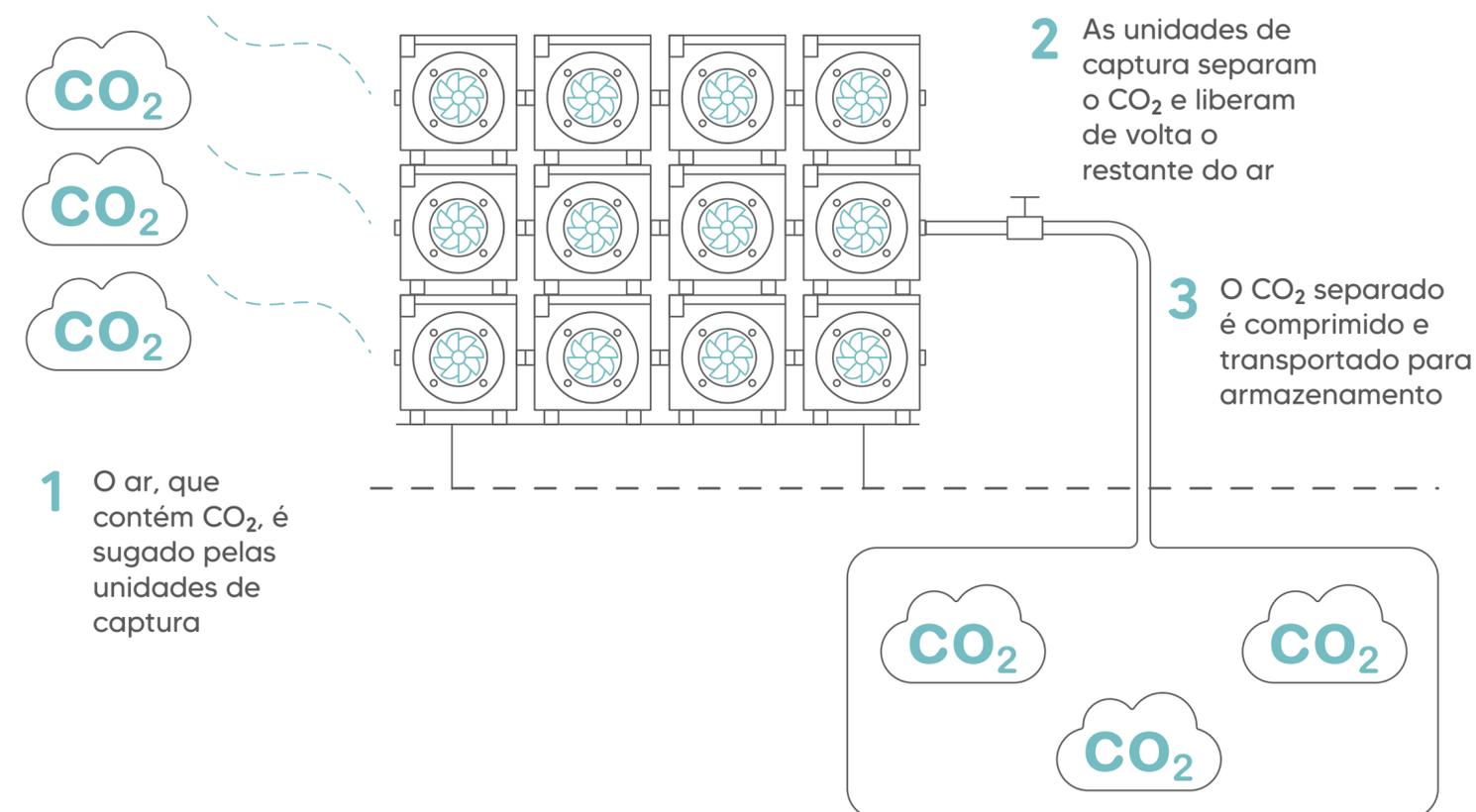


O processo de BECCS tem início com o sequestro de carbono pelas plantas que darão origem à produção de bioenergia. O CO<sub>2</sub> presente no ar é utilizado durante a realização de fotossíntese.

Os vegetais são então processados para transformação em produtos de bioenergia (como etanol, biometano e bioeletricidade), e liberam CO<sub>2</sub>, que atualmente é ventilado para a atmosfera.

Na unidade de captura, o CO<sub>2</sub> é separado dos demais gases produzidos e passa na sequência por compressão para ser transportado até o local de injeção para armazenamento permanente em formações geológicas profundas.

## Remoção de Carbono por DACCS



O processo de captura direta do ar com CCS, conhecido como DACCS ou DAC, é uma tecnologia relativamente nova, que consiste em unidades de captura que aspiram o ar em ambientes abertos.

O CO<sub>2</sub> presente no ar sugado é separado dos demais componentes por processos químicos, que são liberados de volta à atmosfera.

Após sua purificação, o CO<sub>2</sub> é comprimido e transportado para ser injetado e então armazenado de forma permanente em formações geológicas de grande profundidade.

## **B** Incentivos e Mercado de Carbono

Em termos tecnológicos, o mundo tem avançado de forma acelerada no sentido de criar soluções e instrumentos que viabilizem a descarbonização da economia. Atualmente não faltam rotas tecnológicas, já relativamente maduras, no entanto, ainda há um importante obstáculo a ser superado: o custo para implementá-las.

Entretanto, existem diversas maneiras de incentivar a adoção de tecnologias limpas. Uma delas é por meio de incentivos financeiros, como subsídios e créditos tributários, que podem ajudar a compensar os altos custos associados à descarbonização. Além disso, os incentivos de mercado também podem desempenhar um papel importante na adoção de tecnologias de descarbonização. Os créditos de carbono, por exemplo, têm se mostrado uma forma atraente para as empresas reduzirem suas emissões de carbono e gerarem receita ao mesmo tempo.

Com projetos de CCS não é diferente, os incentivos financeiros têm representado papel fundamental na sua implementação em todo o mundo. Com o apoio de incentivos governamentais e de mercado, o número de projetos em desenvolvimento e anunciados ao redor do mundo cresceu de forma exponencial.

É possível observar uma relação direta entre a existência de incentivos econômicos e os avanços no número de projetos em determinadas regiões ao longo dos anos. A existência de políticas públicas, incentivos econômicos e mecanismos de precificação de carbono tem se estabelecido como prática no mundo. De acordo com os dados do repositório do Banco Mundial, já existem 70 iniciativas de precificação de carbono implementadas no mundo.

Além da precificação, há também uma série de mecanismos de financiamento de projetos e políticas correlatas.

Considerando que este relatório foca nos acontecimentos ocorridos em 2022, destacamos aqui quatro iniciativas que representam incentivos econômicos diretos ou indiretos aos projetos de CO<sub>2</sub>.

### **EUA**

A Lei de Redução da Inflação de 2022: a referida lei definiu um investimento de US\$ 369 bilhões para financiar projetos focados em clima e energia, além de promover alterações no 45Q, programa federal que oferece incentivos financeiros para empresas que capturam e armazenam dióxido de carbono, entre outros projetos.

### **Canadá**

Créditos Tributários: o orçamento de 2022 do governo federal canadense previu gastos com créditos tributários para projetos de CCUS que armazenassem permanentemente o CO<sub>2</sub> capturado por meio de armazenamento geológico dedicado ou armazenamento de CO<sub>2</sub> em concreto.

### **União Europeia**

Em 2022, o Parlamento Europeu aprovou a criação do Mecanismo de Ajuste de Fronteira de Carbono, um sistema de taxa sobre as importações de produtos de países terceiros que não possuam um preço para as emissões de carbono comparável ao que é aplicado na UE. A imposição de taxa de fronteira pode incentivar indústrias de fora da UE a adotarem tecnologias mais limpas, como CCS, a fim de reduzir suas emissões de carbono e evitar o pagamento de impostos mais elevados.

### **Malásia**

Incentivos fiscais: Foi aprovada uma política de isenção fiscal de impostos de importação e de vendas sobre equipamentos para tecnologia CCS, com vigência prevista para o período de 1º de janeiro de 2023 até 31 de dezembro de 2027.



## O framework de Net Zero da Europa e dos Estados Unidos pode apoiar o armazenamento de captura de carbono no Brasil?

**Fernando Hernandez, Colaborador da Forbes, Embaixador de Negócios da Escócia - Setor de Energia e Presidente da Diretoria Internacional da CCS Brasil**

As pressões da Europa e dos Estados Unidos pela meta de Net Zero e pelos objetivos ESG estão forçando as empresas internacionais de petróleo a adotar uma estratégia de baixo carbono em seu portfólio global de hidrocarbonetos, incluindo regiões como o Brasil. As empresas agora precisam cumprir as metas ESG e de zero emissões em seus países de origem, impulsionando uma abordagem global. Por exemplo, a BP emitiu sua declaração de zero emissões e está reequilibrando seu portfólio global para ser mais verde. No entanto, a BP ainda tem uma posição em hidrocarbonetos no setor offshore do Brasil, as-

sim como a Equinor, a Shell e a TotalEnergies.

Desde 1996, a Equinor e a ExxonMobil estão sequestrando milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> em reservatórios offshore por meio do armazenamento de carbono (CCS) em Sleipner, na Noruega. O Brasil, com vasta experiência offshore em produção de hidrocarbonetos, pode aproveitar este método para CCS. Embora o marco regulatório que apoia CCS no Brasil precise avançar, a pressão sobre as empresas internacionais de petróleo continua, potencialmente reforçando as iniciativas de CCS brasileiras. A pressão financeira também vem aumentando fora dos mandatos governamentais, como a ExxonMobil recebendo assentos no conselho para ativistas ESG, enquanto a Petrobras obteve um empréstimo internacional de sustentabilidade de \$1,25 bilhão em julho de 2022.

Existem benchmarks e avaliações ESG que eliminam os silos regionais das empresas internacionais de petróleo e avaliam suas operações de hidrocarbonetos em um portfólio global ESG. Os efeitos ambientais de uma empresa sobre o meio ambiente podem ser medidos, impactando sua posição no mercado e sua aptidão para investimentos verdes. O Brasil vem demonstrando interesse em bus-

car um futuro de zero emissões, exigindo a aprovação de leis que incentivem o sequestro de CO<sub>2</sub>, como a Lei de Redução da Inflação de 2022 (IRA) nos Estados Unidos. A IRA aumentou o preço por tonelada de CO<sub>2</sub> sequestrado na América, estimulando o CCS nos Estados Unidos e combatendo a pressão ESG sobre as empresas de petróleo.

O Brasil enfrenta o desafio e a oportunidade de descarbonizar, fornecendo um quadro para reforçar o avanço do CCS no Brasil com incentivos monetários e atraindo investimentos. O Brasil pode reduzir o CO<sub>2</sub> antropogênico que libera na biosfera, ao mesmo tempo em que assume um papel de liderança na descarbonização na América do Sul, sem impedir totalmente a produção de hidrocarbonetos. O país pode aproveitar o que a IRA iniciou e explorar outras áreas, como hidrogênio, baixo carbono e tecnologias limpas, para expandir sua economia fora dos hidrocarbonetos. Como o principal produtor de petróleo na América do Sul, o Brasil tem fontes de emissão para implantar CCS de maneira única e escalável.

## C Projetos no mundo

Nos últimos anos, vimos ressurgir uma expectativa muito positiva no mercado em relação aos projetos de CCS ao redor do mundo, em 2022 especialmente. Ainda, de acordo com a Agência Internacional de Energia, 159 novos projetos foram anunciados, distribuídos em 56 projetos de captura, 34 de armazenamento, 14 de transporte e armazenamemto, 18 projetos só de transporte, 33 na cadeia completa.

A explosão de projetos anunciados no ano que passou é um sinal positivo de que há uma crescente consciência sobre a importância das tecnologias de captura e armazenamento de carbono para cumprimento das metas de descarbonização do planeta e de que o setor privado está investindo em soluções para a crise climática. No entanto, para países em desenvolvimento é importante que os governos também apoiem esses esforços por meio de políticas públicas favoráveis e incentivos financeiros para que as tecnologias de CCS sejam implementadas em larga escala.

De acordo com os dados da Agência Internacional de Energia, atualmente existem 47 projetos de CCS em operação no mundo, que somados têm uma capacidade anunciada que varia de 74 a 82 MtCO<sub>2</sub> capturados por ano. Os projetos se concentram majoritariamente em países desenvolvidos, conforme o mapa ao lado.

### Projetos em operação em 2022



<b>Cadeia completa:</b> 33 projetos	<b>Só Captura:</b> 3 projetos	<b>Só utilização:</b> 3 projetos	<b>Só armazenamento:</b> 1 projeto	<b>Só transporte:</b> 7 projetos
-------------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	----------------------------------



## A Economia Circular de Carbono - Um caso para utilização do carbono que capturamos

**Beena Sharma, CEO/Cofundador - CCU Internacional**

O foco global está se deslocando em direção à meta crucial de alcançar o Net Zero, delineada no Acordo de Paris para limitar o aquecimento global. A busca pela neutralização das emissões apresenta oportunidades para países ao redor do mundo, incluindo benefícios econômicos, investimentos, reputação aprimorada e mitigação de riscos climáticos. No entanto, alcançar o Net Zero exigirá a implantação de tecnologias de captura de carbono.

Os governos reconhecem globalmente que a tecnologia de Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono (CCUS) será um ator-chave para alcançar a emissão líquida

da zero até 2050 e além. A tecnologia CCUS permitiria que os países descarbonizassem até que a próxima geração de tecnologias de energia de carbono estivesse disponível, preenchendo assim a lacuna e fornecendo uma solução durante a transição energética.

Os projetos CCUS envolvem a captura intensiva de energia das emissões complexas da indústria, compressão/liquefação do CO<sub>2</sub> capturado, transporte do CO<sub>2</sub>, extensas pesquisas geológicas para qualificar os locais de armazenamento, obtenção de licenças legais e seguros, e, uma vez sequestrado no subsolo, monitoramento constante. O custo é uma barreira, bem como os prazos para os projetos CCS. No entanto, existem várias maneiras inovadoras de reciclar o CO<sub>2</sub> capturado, como usá-lo para agregados de materiais de construção, produtos químicos de commodities e combustíveis de transporte sustentáveis.

Ao capturar as emissões de CO<sub>2</sub> na fonte antes de entrarem na atmosfera e purificá-las para uso na indústria, podemos criar uma economia circular de carbono. O CO<sub>2</sub> capturado pode ser liquefeito para revenda na indústria, criando uma

fonte de receita para qualquer organização envolvida na captura de emissões. O CO<sub>2</sub> capturado também pode ser reutilizado para criar produtos para reutilização/venda.

A maior barreira que o “armazenamento” apresenta é o custo. No entanto, ao utilizar o CO<sub>2</sub> capturado com novas tecnologias, como a FluRefin, podemos reduzir substancialmente o custo de captura em relação aos sistemas de amina existentes e efetivamente transformar um custo associado à disposição de CO<sub>2</sub> em reservatórios subterrâneos em várias fontes de receita usando o CO<sub>2</sub> como recurso de carbono.

A cooperação internacional desempenha um papel crítico no avanço da agenda global de mudanças climáticas, abordando novos desafios e oportunidades e desenvolvendo as tecnologias do futuro por meio de lições e aprendizado compartilhados.

# Aplicações

de CCS no Brasil



## A Setores-chave

O potencial de implementação de projetos de CCS está relacionado à presença principalmente de atividades dos setores de energia e indústria, principais emissores de CO<sub>2</sub> no mundo.

Os processos mais maduros para captura de carbono são aplicáveis a fontes fixas que emitem CO<sub>2</sub> em grande escala, como os processos industriais. Para o setor de energia, essas fontes dizem respeito às atividades de geração de eletricidade em termelétricas, utilização de energia na indústria e produção de combustíveis fósseis.

No Brasil, as fontes chamadas de estacionárias de energia e indústria emitem em torno de 150 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, o que corresponde a cerca de 9% das emissões totais do país, ficando atrás das atividades referentes às Mudanças de Uso da Terra.

Há ainda a possibilidade de aplicar captura de CO<sub>2</sub> em processos que não são contabilizados nas emissões do país, como na produção de bioenergia, cujo CO<sub>2</sub> gerado é biogênico, e em processos mais recentes que ainda estão desenvolvendo um mercado, como é o caso da produção de hidrogênio e da captura direta do ar.

Com suas vastas dimensões continentais, bem como a variedade de fontes de geração de energia e a multiplicidade de setores industriais, o Brasil tem potencial para capturar CO<sub>2</sub> em diversas frentes. Nas próximas páginas, analisaremos cada setor individualmente.

### Principais atividades com potencial de aplicação de projetos de CCS



#### Termelétricas

A base de combustíveis fósseis, como gás natural e carvão, ou de combustíveis renováveis, como biomassa e biogás.



#### Indústrias

Principalmente as consideradas mais difíceis de descarbonizar, como as siderúrgicas, cimenteiras, químicas e refinarias.



#### Produção de bioenergia

A partir das emissões nas dornas de fermentação para produção do etanol e da separação do CO<sub>2</sub> contido no biogás para obtenção do biometano.



#### Produção de hidrogênio

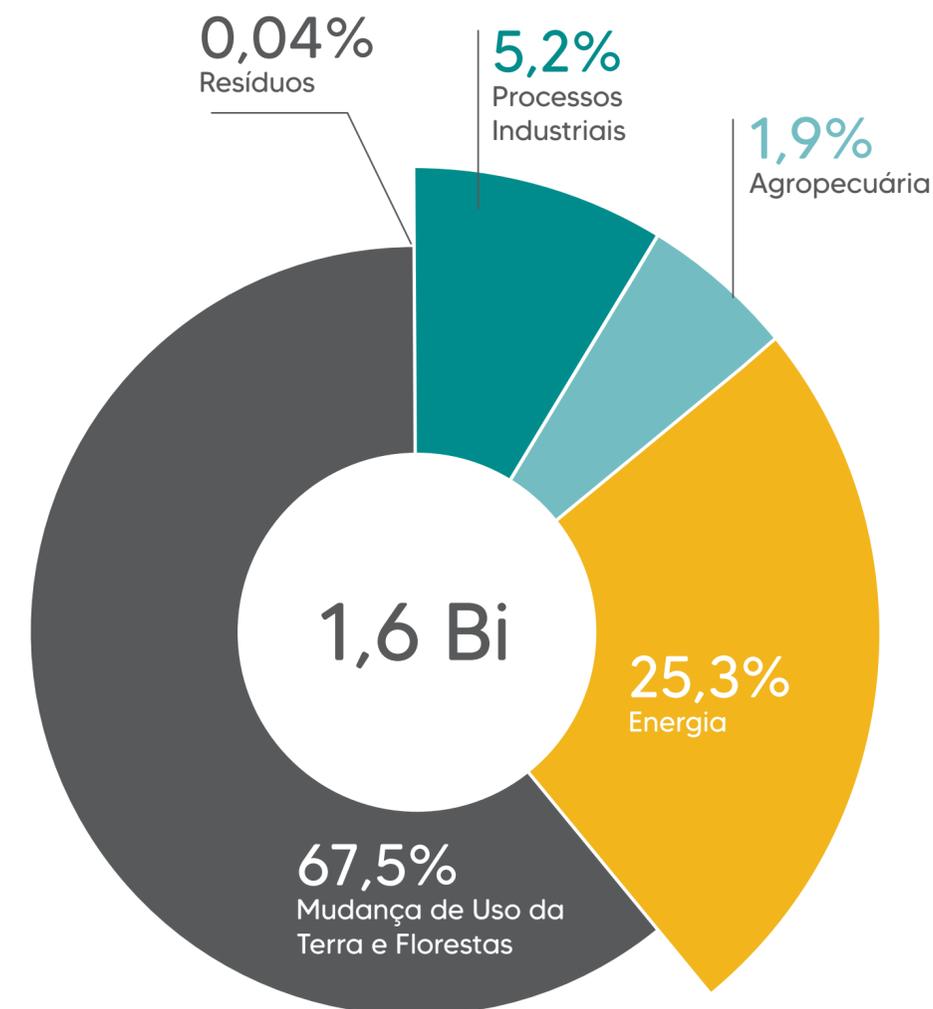
Com base em combustíveis fósseis, como o gás natural, e em combustíveis renováveis, como biometano, biomassa e etanol.



#### DACCS

Captura direta do ar, separando o conteúdo de CO<sub>2</sub> dos demais gases que compõem a atmosfera.

### Emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil



Com base em dados do SEEG para 2021

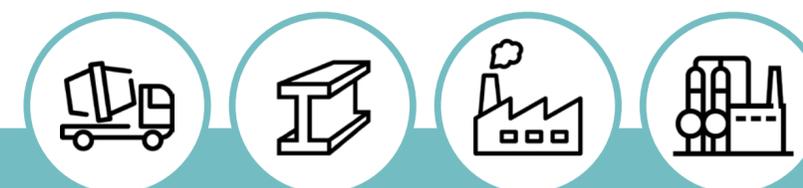
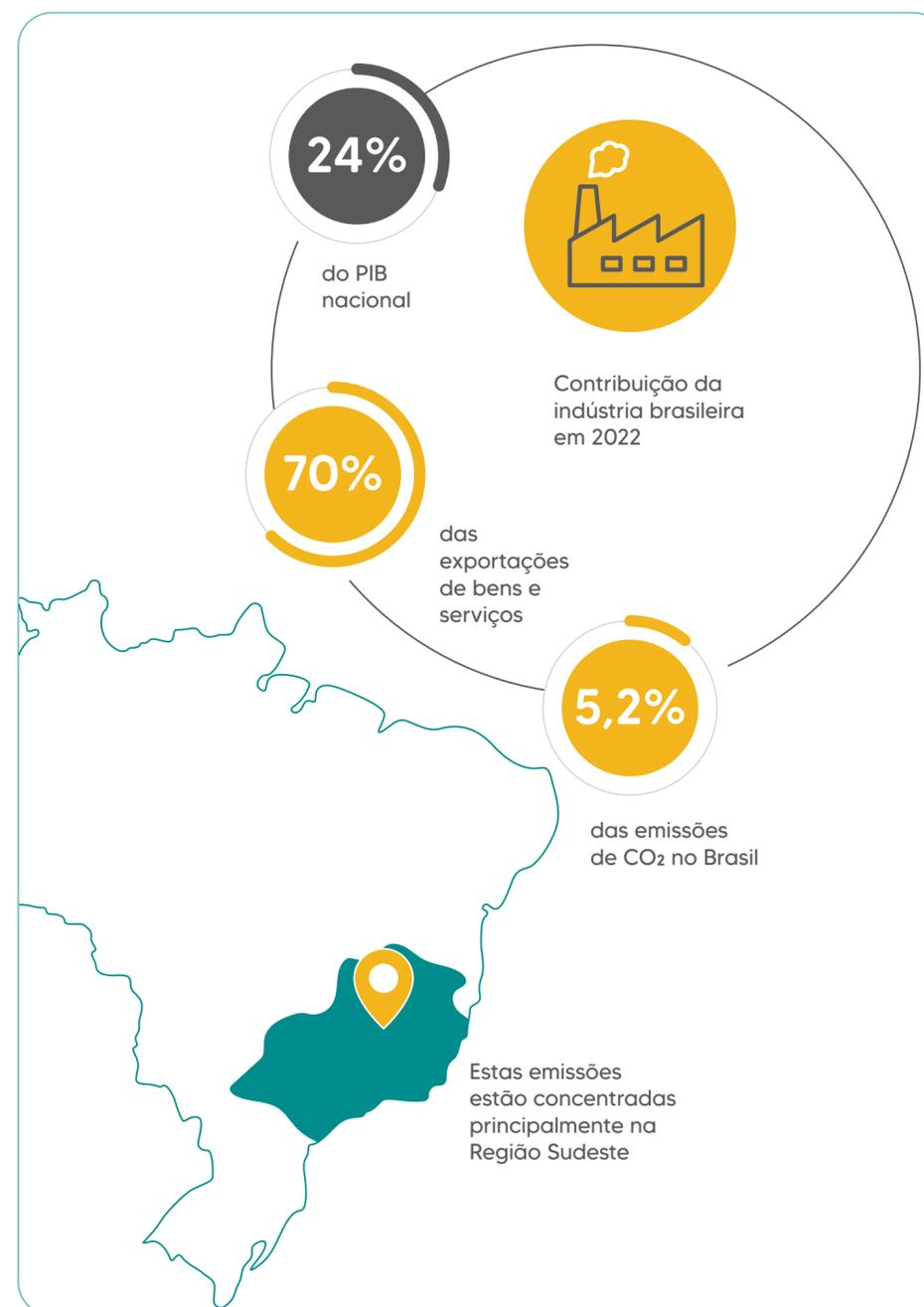
## Indústria

A indústria brasileira contribuiu em 2022 com cerca de 24% do PIB nacional e 70% das exportações de bens e serviços, de acordo com a CNI. Diante dos esforços internacionais para cumprir as metas climáticas, sua competitividade de médio e longo prazo deve passar pelo planejamento e implementação de soluções de redução da intensidade de carbono de seus produtos.

Ainda que sua participação seja de apenas 5,2% nas emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil, os processos industriais atingiram um volume emitido total próximo a 85 milhões de toneladas em 2021, o que representa em torno de 57% das emissões com potencial de redução por projetos de CCS.

Estas emissões estão concentradas principalmente na Região Sudeste.

Entre os segmentos industriais mais relevantes para os volumes de CO<sub>2</sub> emitido, a maior participação nas emissões é referente ao segmento de produção de metais, que correspondeu a quase 70% das emissões por processos industriais.



### O papel de CCS para o desenvolvimento sustentável da indústria no mundo

As tecnologias de CCS são reconhecidas como uma das principais ferramentas para descarbonização de processos industriais, principalmente quando se busca alternativas para o parque industrial existente.

A implementação de uma unidade de captura de CO<sub>2</sub> pode ser feita por retrofit, ou seja, uma planta industrial já em operação pode simplesmente incorporar essa unidade sem alterar seu processo produtivo.

Os segmentos industriais com mais apelo para CCS são aqueles que dependem de combustíveis fósseis em seus processos produtivos ou de combustíveis de alta densidade energética. Esse grupo inclui indústrias como siderúrgicas, cimenteiras, refinarias e indústrias químicas em geral.

Esses setores são responsáveis por uma grande parte das emissões globais de CO<sub>2</sub>, e a implementação de tecnologias de CCS pode ajudar a reduzir significativamente sua pegada de carbono. Para além disso, as tecnologias de CCS têm o potencial de tornar esses setores mais sustentáveis e competitivos, permitindo que continuem a operar enquanto reduzem suas emissões de gases de efeito estufa.

## Energia

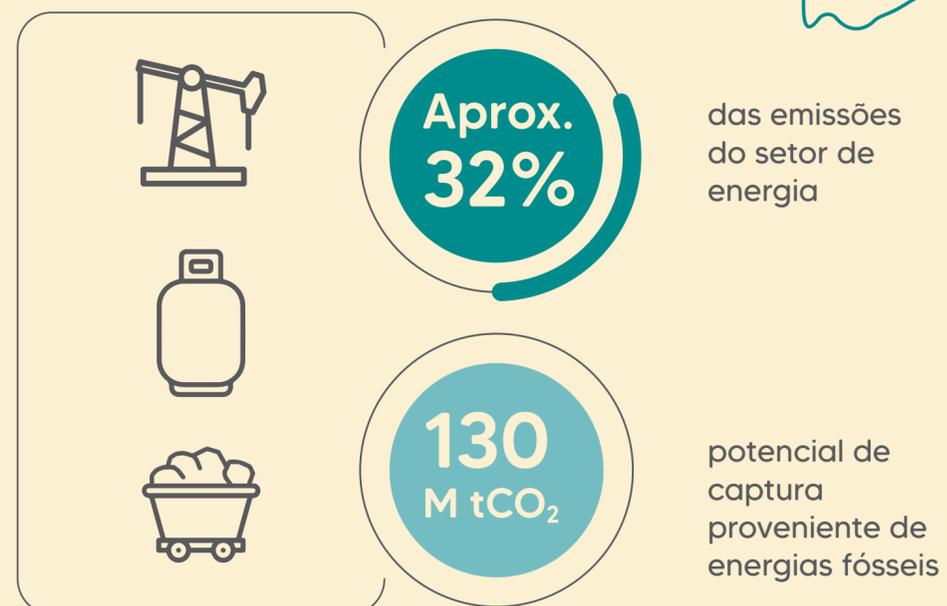
Apesar do Brasil possuir uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo, as fontes fósseis (petróleo e derivados, gás natural e carvão mineral) representaram pouco mais de 53% da oferta interna de energia em 2021, segundo dados da EPE.

De acordo com o SEEG, o setor correspondeu a 25,3% das emissões de CO<sub>2</sub> no país, configurando a segunda maior contribuição de emissões do cenário nacional. A maior parte dessas emissões concentrou-se nas Regiões Sudeste e Sul do país, com 47% e 16% do CO<sub>2</sub> total gerado pelo setor, respectivamente.

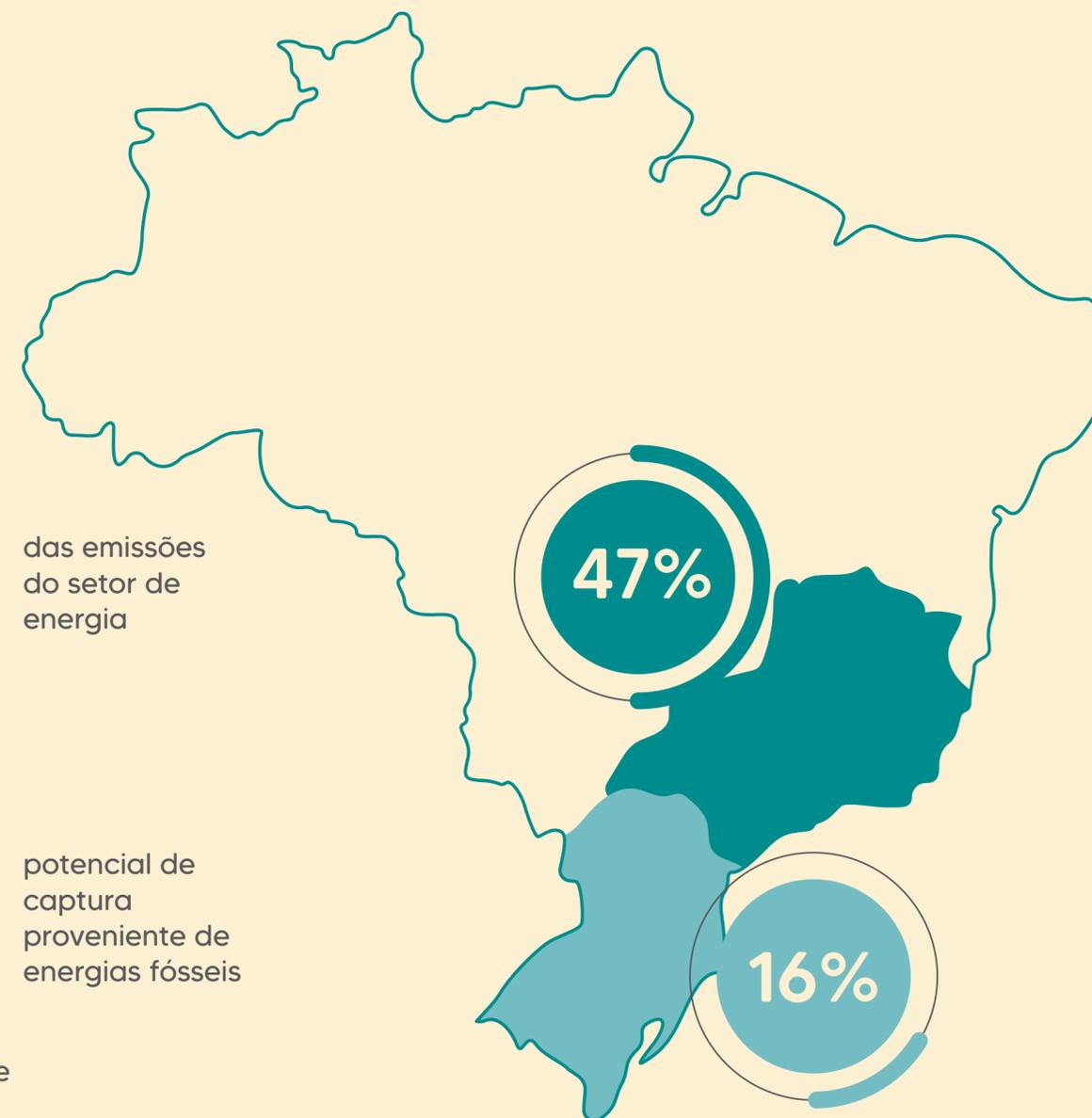
Os segmentos com maior adequação para implementação de projetos de CCS incluem a geração de energia, aplicações industriais e produção de combustíveis. Nesse sentido, o potencial para captura de CO<sub>2</sub> chega a 32% das emissões do setor de energia, podendo reduzir cerca de 130 milhões de toneladas por ano, provenientes de fontes fósseis. Esse potencial representa em torno de 8% das emissões totais do Brasil em 2021.

Para além do potencial de descarbonização do setor de energia, CCS pode configurar ainda uma tecnologia de remoção de carbono da atmosfera, quando acoplado à energia renovável da biomassa, levando o nome de BECCS.

### Potencial de captura de CO<sub>2</sub> no setor de energia



A maior parte dessas emissões concentrou-se nas Regiões Sudeste e Sul do país



das emissões do setor de energia

potencial de captura proveniente de energias fósseis

# Hidrogênio

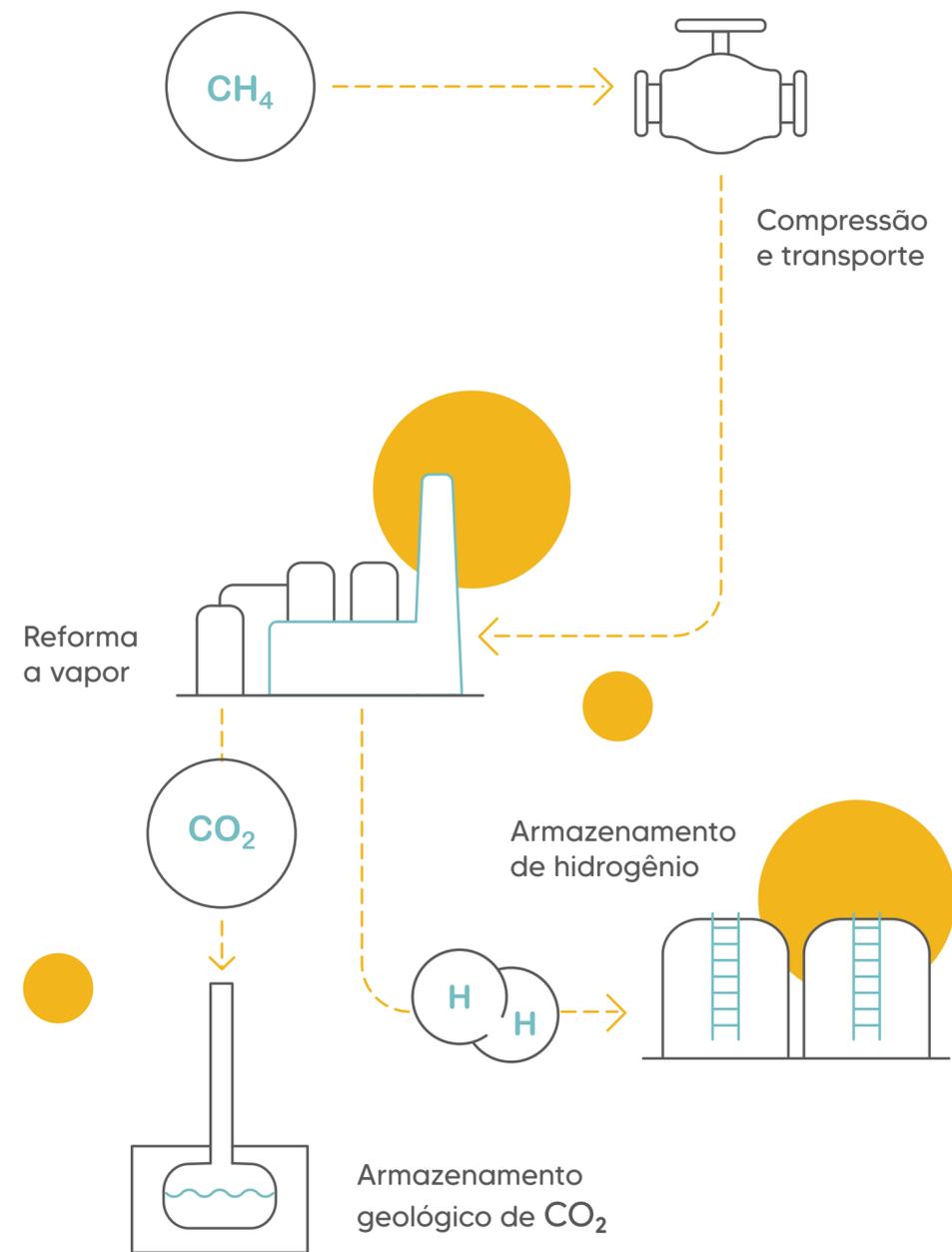
Outra importante aplicação de CCS é a captura de CO<sub>2</sub> a partir de algumas rotas de produção de hidrogênio.

A mais conhecida, e talvez com maior potencial de desenvolvimento no curto para o médio prazo, é a rota de produção a partir da reforma a vapor do gás natural. Ao acoplar CCS a esse processo, obtém-se o chamado Hidrogênio Azul, um combustível de baixo carbono com grande potencial de mercado nacional e internacional.

A utilização de gás natural como fonte para esse combustível, possibilita importantes ganhos de escala para sua produção, a custos em geral mais baixos em comparação com outras rotas de hidrogênio de baixo carbono.

É possível ainda acoplar CCS à produção de hidrogênio a partir de biometano e de etanol. Por serem fontes renováveis, essa junção leva às emissões negativas, removendo CO<sub>2</sub> da atmosfera.

## O processo de produção do Hidrogênio Azul



## H2 Azul no mundo

As perspectivas para o Hidrogênio Azul no mundo são positivas, com vários projetos em andamento e anunciados em todo o mundo, incluindo grandes empresas como ExxonMobil e Shell.

Muitos países têm adotado políticas públicas para incentivar o desenvolvimento do Hidrogênio Azul, como é o caso do Reino Unido, que está desenvolvendo clusters e hubs de CCS com hidrogênio.

Essas iniciativas visam integrar diferentes empresas e setores, formando uma rede de produção, armazenamento e distribuição de hidrogênio Azul com baixas emissões de carbono.

## Projeções de potencial captura de CO<sub>2</sub>

Realizar projeções para o potencial de CCS para Hidrogênio Azul pode ser uma tarefa complexa, dado que ainda não existem estimativas oficiais sobre o potencial para produção deste combustível no Brasil. Entretanto, o potencial para Hidrogênio Azul está diretamente relacionado à extração de gás natural do país, uma vez que a tecnologia envolve a captura de CO<sub>2</sub> gerado durante o processo de reforma do gás.

Considerando as extensas reservas de gás natural no país, é possível que o potencial para a tecnologia seja muito elevado, o que ampliaria significativamente a capacidade para aplicação de CCS no Brasil.

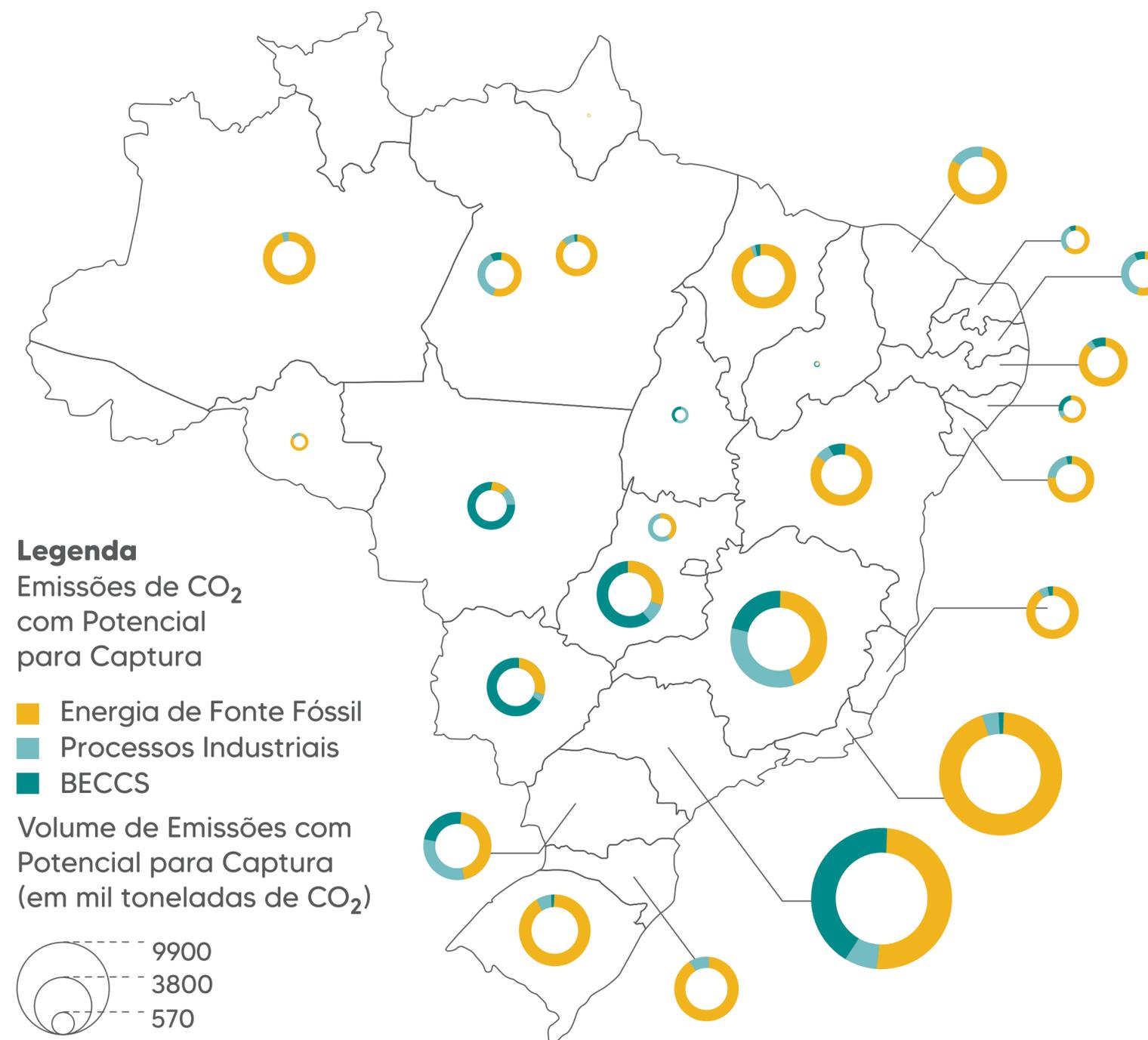
## Potencial de Captura de Carbono

Considerando os setores-chave apresentados para implementação de projetos de CCS, o Brasil possui um potencial de captura de CO<sub>2</sub> que pode chegar a mais de 190 milhões de toneladas por ano.

Com base em dados do SEEG, ANP, UNICA e CCEE e CI-BIOGÁS, entre 2020 e 2021, esse potencial para projetos de CCS é liderado pelo setor de energia a partir de fontes fósseis, que representa mais de 65% das emissões. BECCS tem o segundo maior potencial para captura, com cerca de 20%, seguido pela indústria, com menos de 15%.

A Região Sudeste concentra mais de 48% das oportunidades de captura de CO<sub>2</sub>, com proeminência do Estado de São Paulo, que apresenta um volume próximo a 40 milhões de toneladas.

A adoção de tecnologias de CCS pode ser uma importante fonte de receita para as empresas que buscam reduzir suas emissões atmosféricas de CO<sub>2</sub> e, ao mesmo tempo, se beneficiar da venda de créditos de carbono.



## Potencial de Captura de Carbono (BECCS)

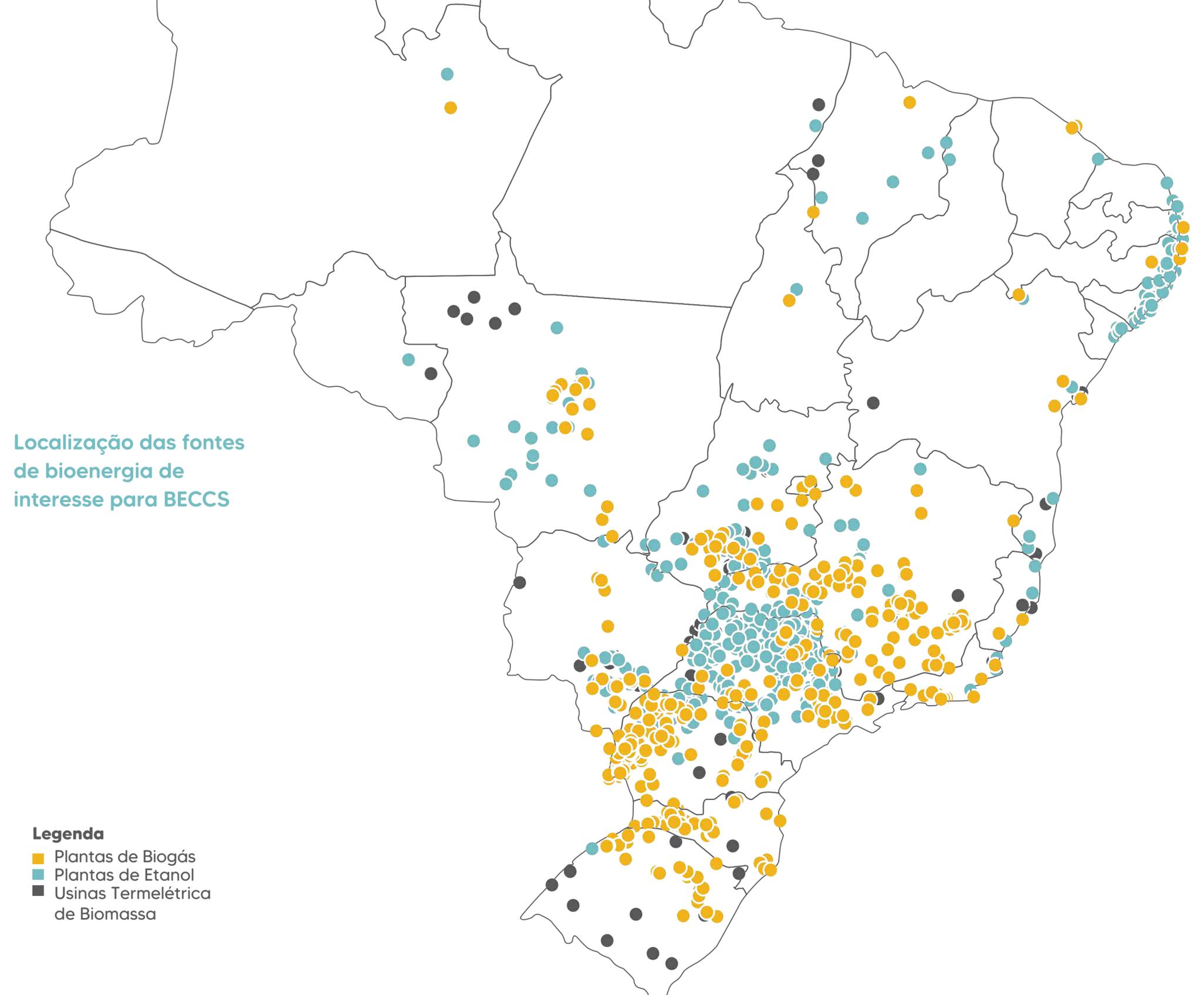
Os processos de CCS quando aplicados à captura de CO<sub>2</sub> gerado por fontes renováveis são chamados de BECCS.

As principais aplicações para BECCS incluem plantas de etanol, plantas de purificação de biogás para obtenção de biometano e termelétricas a biomassa ou biocombustível.

O Brasil possui um dos maiores potenciais para BECCS do mundo, dada a sua tradição e participação no mercado de etanol, além do potencial ainda pouco explorado - mas crescente - para biogás em seu território.

Como mostra o mapa, o maior número de plantas de bioenergia está concentrado no Centro-Oeste, Sul e Sudeste. Além disso, observa-se também a existência de um número considerável de plantas na costa de alguns Estados do Nordeste.

O volume de CO<sub>2</sub> produzido e concentrado em regiões específicas favorece o planejamento e criação de hubs de CO<sub>2</sub>.



## Potencial de Captura de Carbono (BECCS)

Quando considerado apenas o potencial para captura por BECCS, as regiões Sudeste e Centro-Oeste concentram as principais fontes de bioenergia, com 87% do volume total.

O Estado de São Paulo também lidera o potencial para BECCS, com mais de 15 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, das quais quase 60% desse valor é oriundo de plantas de etanol.

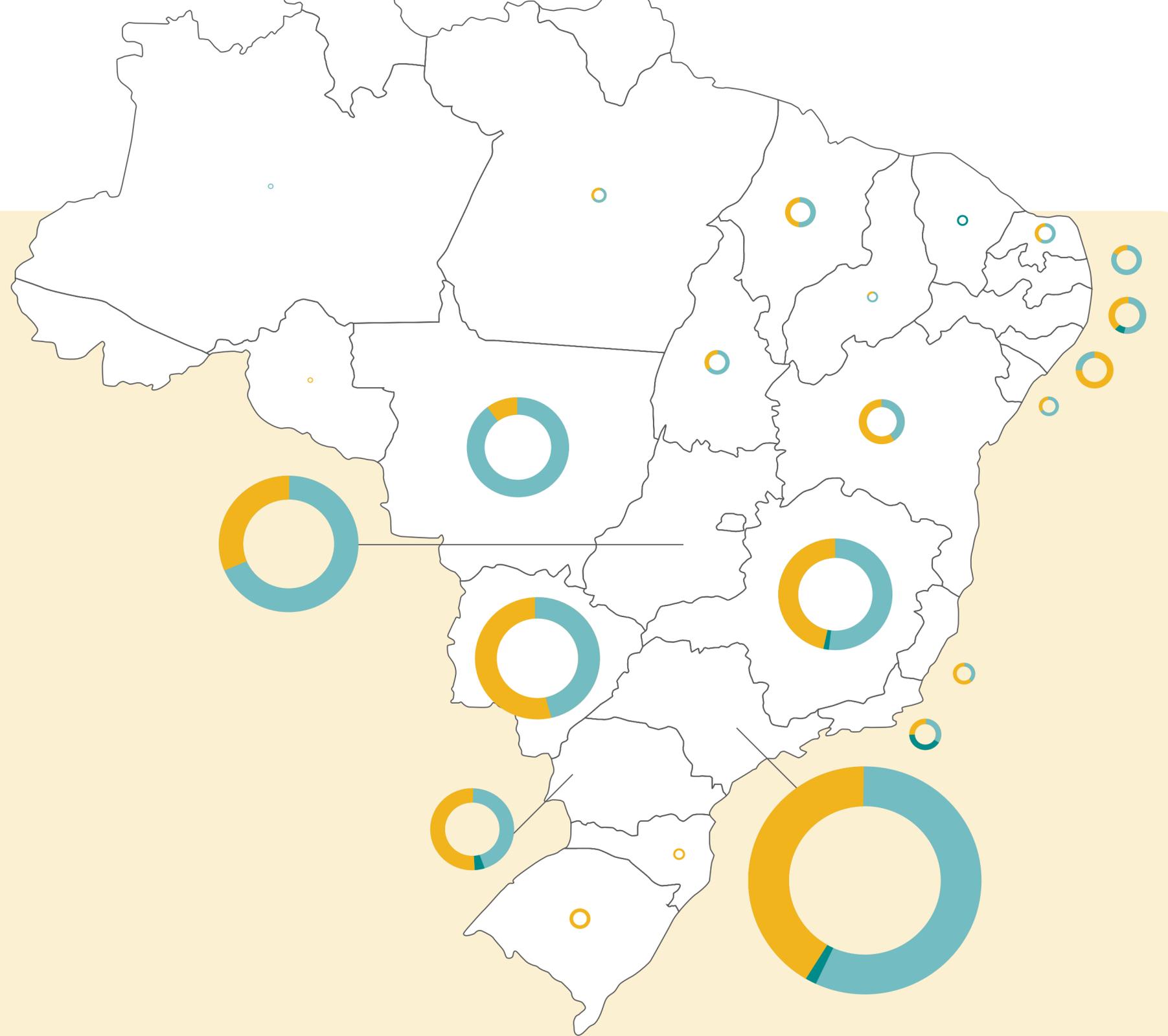
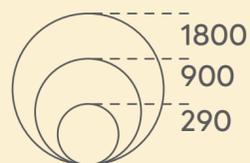
### Emissões de CO<sub>2</sub> com potencial para BECCS

#### Legenda

Emissões de CO<sub>2</sub> com Potencial para BECCS

- Etanol
- Biogás
- Bioeletricidade

Volume de Emissões com Potencial para Captura (em mil toneladas de CO<sub>2</sub>)



## Potencial de receitas para o Brasil

A adoção de tecnologias de CCS pode ser uma importante fonte de receita para as empresas que buscam reduzir suas emissões atmosféricas de CO<sub>2</sub> e, ao mesmo tempo, se beneficiar da venda de créditos de carbono.

Projetos de CCS podem gerar receitas significativas para as fontes emissoras que adotam essa tecnologia, dependendo do preço do crédito de carbono e do volume de emissões evitadas.

Em um cenário conservador com o preço do crédito de carbono a \$70 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub>, projetos de CCS no Brasil podem gerar receitas próximas a \$14 bilhões de dólares por ano, com base no potencial de aplicação de CCS levantado neste relatório.

Em um cenário mais otimista, com o preço do crédito de carbono a 100 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub>, as receitas podem chegar a um valor próximo a \$20 bilhões de dólares por ano. Esses valores não consideram o potencial para emissões líquidas negativas que podem ser promovidas pelas tecnologias de CDR.

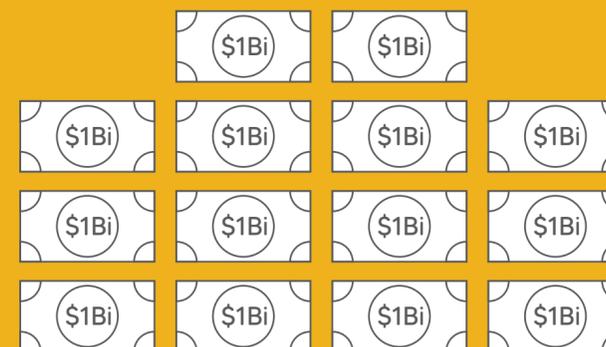
No entanto, para que projetos de CCS possam ser elegíveis para créditos de carbono, é necessário que as metodologias de certificação de redução de emissões sejam atualizadas e considerem as tecnologias de CCS como elegíveis.

A discussão sobre a elegibilidade de projetos de CCS faz parte do debate em vigor com as entidades certificadoras de créditos de carbono e sobre políticas de incentivos à redução de emissões.

### Cenário Conservador

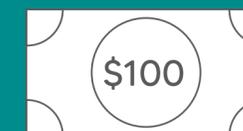


por tonelada  
de CO<sub>2</sub>

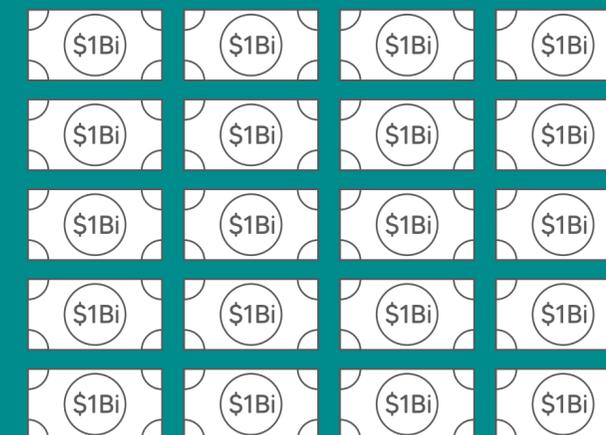


\$14 bilhões de dólares por ano

### Cenário Otimista



por tonelada  
de CO<sub>2</sub>



\$20 bilhões de dólares por ano

## B Armazenamento de carbono

O armazenamento geológico é a principal tecnologia de destinação do CO<sub>2</sub> capturado para a implementação de projetos de CCS em larga escala, por meio de processos que consistem em injeção e estocagem de CO<sub>2</sub> de forma segura e permanente em formações geológicas adequadas. O CO<sub>2</sub> fica aprisionado nos poros ou fraturas das rochas em altas pressões e pode reagir com fluidos e minerais por mecanismos químicos e físicos de modo a aumentar a capacidade do armazenamento e consequentemente sua estabilidade, sem retornar à atmosfera.

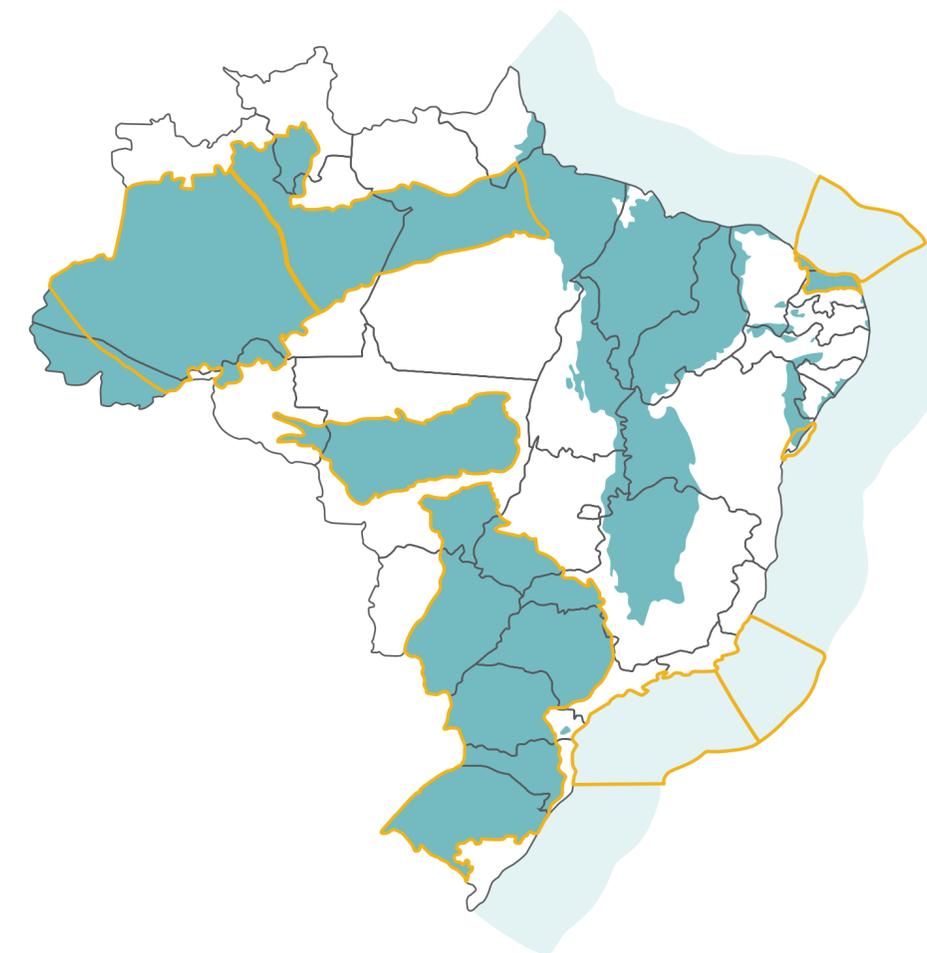
No Brasil, existem diversas áreas que apresentam características geológicas favoráveis ao armazenamento de CO<sub>2</sub>. As bacias sedimentares são as mais promissoras, e os contextos geológicos mais adequados e utilizados para projetos de CCS no mundo são os reservatórios depletados de óleo e gás e porções de aquíferos impróprios para qualquer tipo de consumo ou aproveitamento humano ou animal.

Outros contextos geológicos menos tradicionais que também podem propiciar o armazenamento permanente de CO<sub>2</sub> incluem basaltos, camadas de carvão não mineráveis e camadas de sal. No entanto, é importante ressaltar que ainda há lacunas significativas nos dados disponíveis sobre as formações geológicas do país, que estão em sua grande maioria concentrados nas regiões em que houve atividade de pesquisa para descoberta de campos de óleo e gás.

É necessário investir em novas pesquisas e campanhas específicas para aprimorar a identificação de áreas com maior potencial de armazenamento de CO<sub>2</sub> no país, especialmente nas Bacias Sedimentares que não possuem produção de hidrocarbonetos significativa. Com base em fatores como a disponibilidade de dados geológicos e conhecimento sobre a presença de formações e contextos geológicos potencialmente favoráveis ao armazenamento de CO<sub>2</sub>, destacam-se como principais as áreas de interesse no Brasil as Bacias Sedimentares de Santos-Campos, Potiguar, Recôncavo, Amazonas-Solimões e Paraná. A Bacia de Parecis foi incluída nas áreas de interesse devido ao anúncio de projeto de CCS em estudo na região.

O efetivo potencial de armazenamento bem como a definição dos locais exatos apropriados para injeção de CO<sub>2</sub> e possíveis reservatórios específicos depende de estudos aprofundados especializados de exploração geológica para esta finalidade. Portanto, as áreas selecionadas são destaques qualitativos que não refletem necessariamente uma ordem de potencial para armazenamento de CO<sub>2</sub>.

### Regiões com potencial para armazenamento de CO<sub>2</sub> no Brasil e áreas de interesse selecionadas

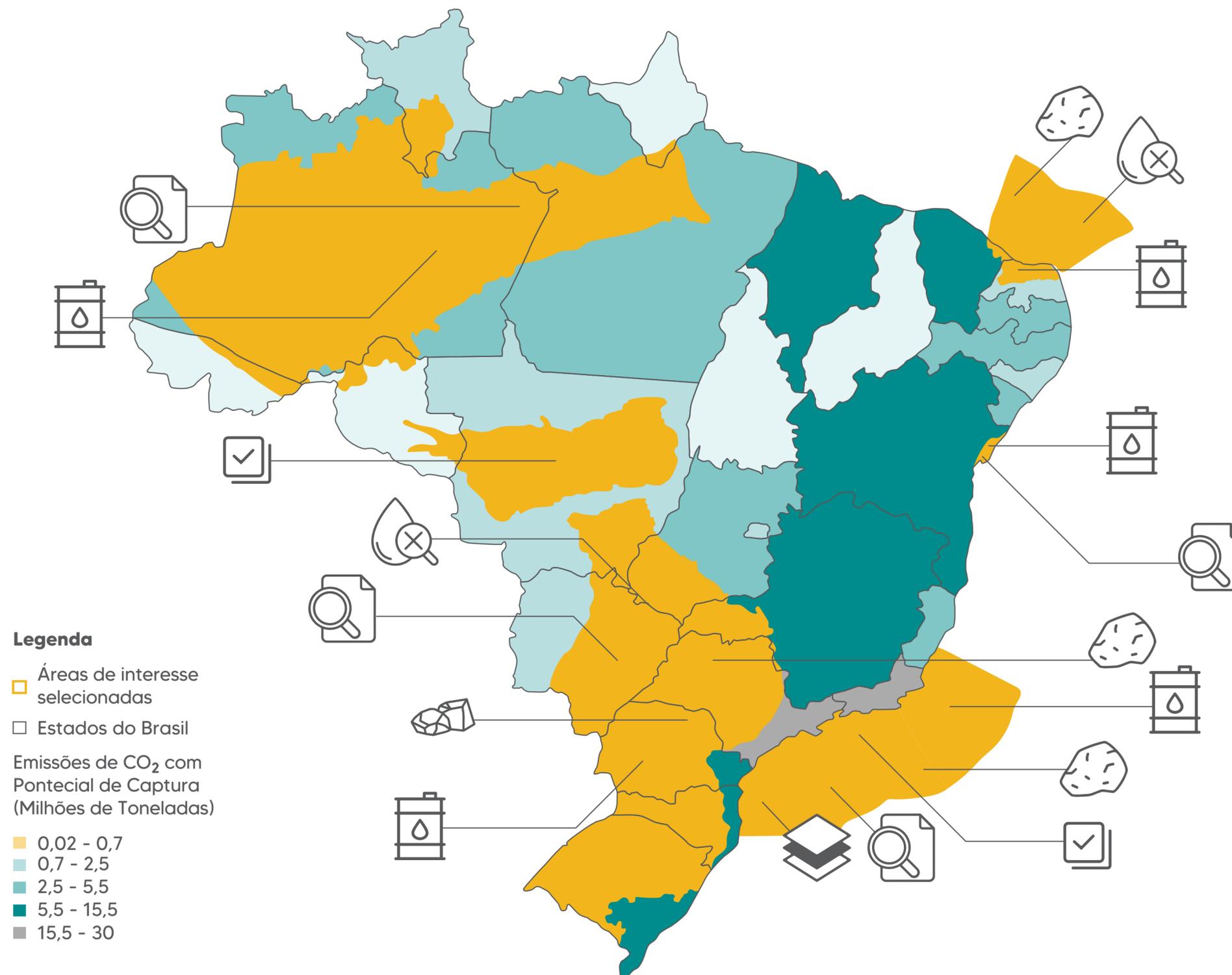


#### Legenda

- Áreas de interesse selecionadas
- Estados do Brasil
- Bacias Sedimentares Brasileiras

# Áreas de interesse selecionadas para armazenamento de carbono

-  Disponibilidade de dados
-  Reservatórios de óleo e gás
-  Aquíferos impróprios para consumo
-  Camadas de sal
-  Camadas de carvão
-  Basaltos
-  Projetos de CCS anunciados ou em operação



## C Logística

Um fator importante a ser considerado no desenvolvimento de projetos de CCS é a compatibilidade entre a fonte de emissão de CO<sub>2</sub> e o local de armazenamento, principalmente quanto às opções de transporte de CO<sub>2</sub> e às distâncias. Ao garantir esse equilíbrio, é possível maximizar a eficiência do projeto e otimizar os recursos utilizados.

### Dutos



Espera-se que a utilização de duto seja o modal de transporte mais utilizado para o CO<sub>2</sub> em hubs de CCS, pois permite o transporte de grandes quantidades de CO<sub>2</sub> a longas distâncias de forma eficiente e menos emissora. Os dutos de CO<sub>2</sub> são construídos com materiais resistentes à corrosão e ao vazamento, e podem ser enterrados no solo ou instalados em plataformas elevadas.

### Navios



Em alguns casos, o transporte de CO<sub>2</sub> por navio pode ser uma opção viável quando os locais de armazenamento forem offshore. Navios-tanque de CO<sub>2</sub> são projetados com tecnologias especiais para manter o CO<sub>2</sub> em estado supercrítico sob pressão, e podem transportar grandes quantidades de CO<sub>2</sub> em uma única viagem.

**Caminhão:** O uso de caminhão costuma ser uma opção quando os pontos de captura e/ou armazenamento estão localizados em áreas remotas ou onde o duto não é viável. Os caminhões-tanque são capazes de transportar quantidades menores de CO<sub>2</sub> em relação aos outros modais de transporte, mas podem ser flexíveis e adaptáveis a diferentes demandas. Sua utilização deve levar em conta os custos, mas também o fato de os meios de transporte terrestre atuais emitirem CO<sub>2</sub>.

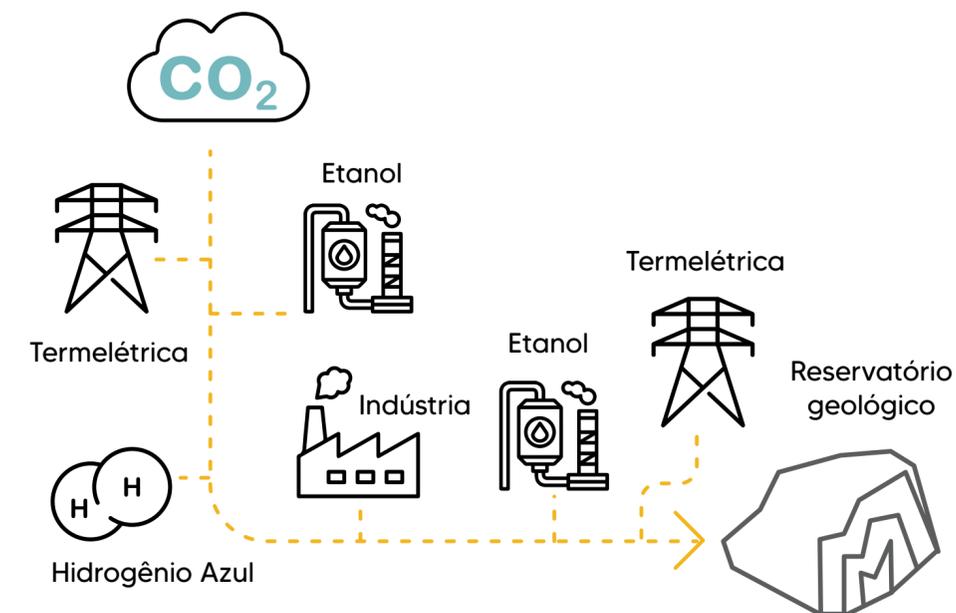
A escolha do modal de transporte de CO<sub>2</sub>, que pode incluir gasodutos, caminhões, trens e navios, deve considerar as características físicas e econômicas da região e conceito de cada projeto.

Em alguns países, como Reino Unido e Noruega, há o desenvolvimento de clusters e hubs de CCS, que concentram projetos de CCS em uma única região, aumentando a eficiência logística e reduzindo os custos de implementação. Essas iniciativas também promovem a colaboração entre empresas e instituições de pesquisa, acelerando avanços tecnológicos e a disseminação de conhecimento.

Embora o Brasil não possua rotas de transporte de CO<sub>2</sub> em escala significativa, é possível utilizar infraestruturas análogas para avaliar potenciais que possam facilitar sua implementação. Entre as infraestruturas mais utilizadas como análogas às possíveis rotas de transporte de CO<sub>2</sub> estão os gasodutos, rodovias, ferrovias e linhas de transmissão de eletricidade.

Essas infraestruturas podem servir de referência para potenciais rotas de transporte de CO<sub>2</sub>, com vantagens significativas, como a redução de custos e o aumento da eficiência logística. Além disso, a utilização de infraestruturas já existentes pode evitar a necessidade de construção de novas rotas de transporte, reduzindo o impacto ambiental e acelerando a implementação de projetos de CCS.

### Exemplo de Cluster de CCS



Considerando as dimensões e diversificação da geografia brasileira, a localização dos reservatórios aptos a armazenar CO<sub>2</sub> e as diferentes concentrações de plantas industriais e de geração de energia primária e secundária, algumas regiões têm grande potencial para abrigar cluster e hubs de CO<sub>2</sub>, tais como o Sul do Estado de Minas Gerais, parte dos Estados de São Paulo e Paraná, Sul de Goiás e algumas áreas do Mato Grosso.

O planejamento hubs de CCS requer planejamento e estudos robustos, identificando vocações dos Estados, plantas já instaladas, rotas de escoamento de CO<sub>2</sub> e localização dos potenciais reservatórios.

# Infraestruturas com potencial de analogia para rotas de transporte de CO<sub>2</sub> no Brasil

## Gasodutos de transporte no Brasil



### Legenda

- Estados do Brasil
- Gasodutos de Transporte

## Linhas de transmissão de energia elétrica no Brasil



### Legenda

- Estados do Brasil
- Linhas de Transmissão

## Malhas rodoviárias e ferroviárias no Brasil



### Legenda

- Estados do Brasil
- Malha Ferroviária
- Malha Rodoviária

O que  
aconteceu  
no Brasil em 2022



## A Avanços legais e regulatórios

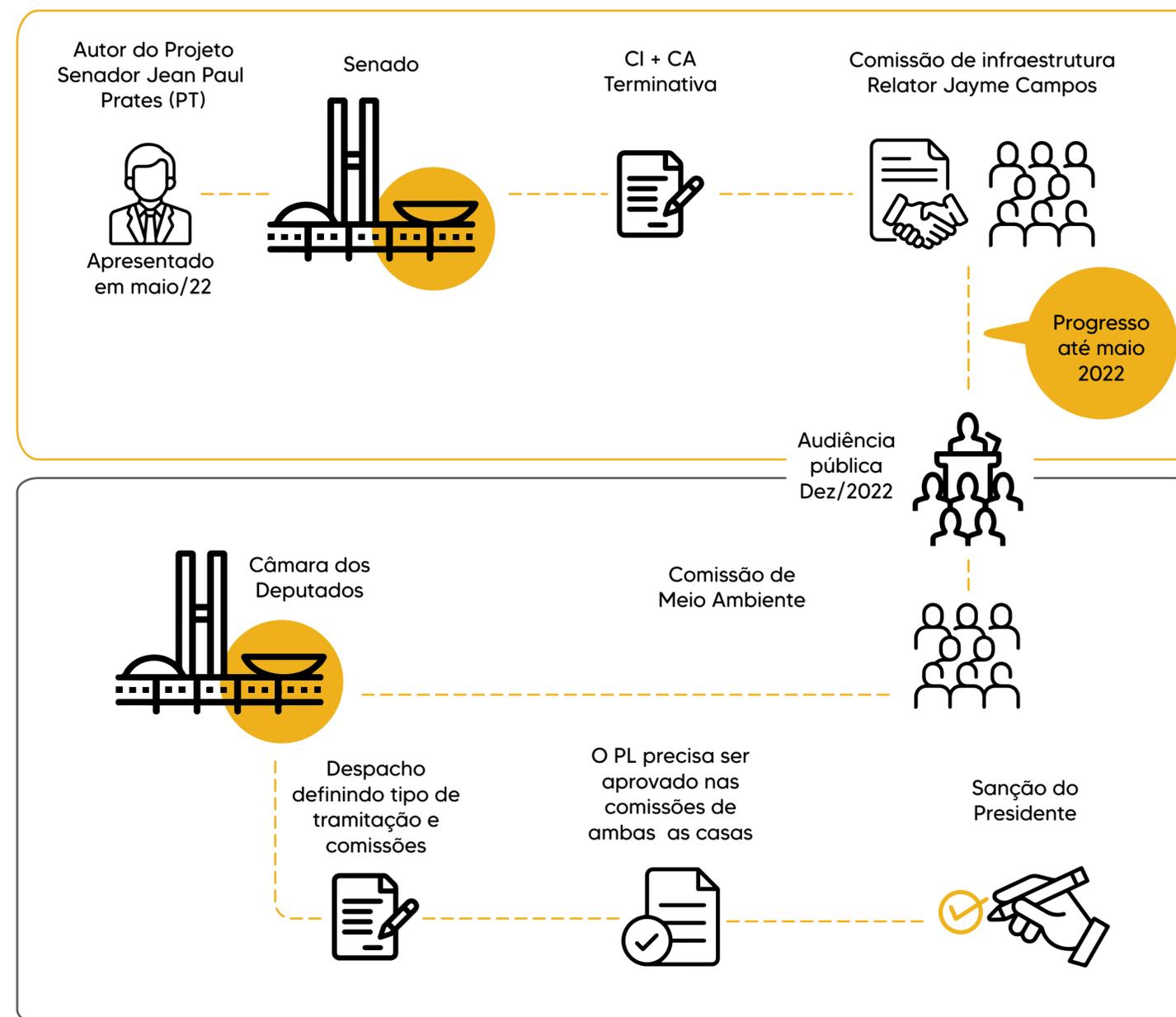
Apesar do país ter reconhecido potencial para o desenvolvimento de projetos de CCS, a falta de regulamentação específica tem sido um obstáculo para a sua implementação concreta em território nacional. As iniciativas em direção à regulação e normatização das atividades de CCS no Brasil são bastante recentes e ganharam força no ano de 2022, destacando-se:

**(1) Programa Combustível do Futuro:** No início de 2021, o governo federal lançou o Programa Combustível do Futuro com o objetivo de propor medidas para o incremento do uso de combustíveis sustentáveis e de baixa intensidade de carbono. No âmbito deste programa, foi criado o subcomitê ProBioCCS para estudar a utilização de tecnologia de captura e armazenamento de carbono associada à produção de combustíveis sustentáveis e de baixa intensidade de carbono. Diversas reuniões técnicas do grupo de trabalho foram em 2022. Até o momento do fechamento deste relatório, o subcomitê não formalizou proposta legislativa.

**(2) Comissão ABNT:** A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) abriga, desde maio de 2022, uma Comissão de Estudos para a normalização de tecnologias de CCS, coordenada por Alberto J. Fossa. À frente da iniciativa está o Research Centre for Greenhouse Gas Innovation (RCGI), centro de pesquisa financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e pela Shell Brasil.

**(3) Iniciativa Legislativa:** Em 31 de maio de 2022, o então Senador Jean Paul Prates (PT/RN) apresentou o Projeto de Lei 1.425/2022, marco regulatório de CCS, que dispõe sobre a atividade econômica de armazenamento de CO<sub>2</sub> como uma atividade de interesse público, como forma de redução de emissões de gases causadores de efeito estufa visando à descarbonização da economia. De acordo despacho inicial, o projeto de lei passará pela Comissão de Infraestrutura (CI) e, na sequência, pela Comissão de Meio Ambiente (CMA), de onde - se aprovado - seguirá para a Câmara. Na Comissão de Infraestrutura foi designado como seu relator, o Senador Jayme Campos (União/MT). O último fato relevante do projeto foi a realização de audiência pública em novembro de 2022.

### Resumo de andamento legislativo esperado do Projeto de Lei 1.425/2022





## Ampliando a CCS no Brasil: superando a regulamentação e obstáculos de contratação

Campos Mello Advogados in Cooperation with DLA Piper

Parece ser quase um consenso que, para atingir as metas Net Zero (Emissões Zero) até 2050, as tecnologias e projetos de Captura e Armazenamento de Carbono (CCS) serão fundamentais. Considerando que um futuro descarbonizado não é um futuro sem hidrocarbonetos (Borges, Heloisa), as tecnologias CCS são elementares para permitir que o Brasil e o mundo realizem uma transição energética eficiente e equitativa.

Nesta fase, o CCS precisa de escala, suporte regulatório e contratos. A escala é desafiadora, mas o Brasil tem tudo para alcançá-la. O apoio regulatório virá da esperada aprovação pelo congresso brasileiro do Projeto de Lei nº 1.425/2022 (o “Projeto de Lei CCS”) e, também, da crescente conscientização do corpo técnico da Agência Nacional do Petróleo, Natural Gás e Biocombustíveis – ANP e dos reguladores ambientais federais, estaduais e municipais (assumindo um projeto de CCS onshore) sobre as tecnologias de CCS existentes e em desenvolvimento.

Os contratos para embarcações novas, armazenamento e transporte serão uma medida de quão bem a escala e o suporte regulatório estão funcionando. Considerando a experiência global e local com projetos de CCS patrocinados pelo nosso escritório, no Brasil, os principais contratos de projetos devem, pelo menos inicialmente, seguir modelos e padrões básicos da indústria de O&G, particularmente os contratos de perfuração de poços conectados aos depósitos geológicos existentes, o que naturalmente exigirá que esses modelos e padrões a serem adaptados a tecnologias específicas de CCS e à realidade de armazenamento.

Embora inicialmente algumas disposições contratuais padrão de O&G devam ser o ponto de partida para a construção dos documentos de projetos de CCS, com tempo e escala, a indústria de CCS será capaz de se organizar e adotar seus próprios padrões e modelos de contrato.

Além disso, para o desenvolvimento de CCS como serviço no Brasil, um aspecto básico a ser observado é a alocação de responsabilidades ambientais e como proteger o contratante em caso de incidentes envolvendo o operador do projeto. No Brasil, considerando a responsabilidade solidária entre o contratante e o prestador de serviços por danos – o que significa que perante terceiros uma parte não pode se isentar de responsabilidade – o mecanismo

de alocação de responsabilidades e o arranjo de indenizações devem ser feitos contratualmente através de documentos elaborados com clareza para o projeto.

Além disso, outro aspecto que deverá ser regulamentado no Brasil para o desenvolvimento de projetos de CCS, são as obrigações de monitoramento e contingência com relação aos reservatórios após os prazos contratuais. De acordo com a atual minuta do Projeto de Lei CCS, as obrigações de monitoramento do operador permanecem válidas por até 20 anos. Após esse período, uma entidade sem fins lucrativos (Gestora de Ativos de Armazenamento) continuará monitorando e gerenciando os ativos de armazenamento.

Muitos aspectos legais e regulatórios em aberto ainda surgirão durante a estruturação de projetos de CCS no Brasil e estamos orgulhosos de estar na linha de frente dessas discussões, prontos para apoiar os nossos clientes e colaborar com o governo para enfrentá-los.

Finalmente, a CCS Brasil desempenha um papel fundamental em todos os aspectos do fomento da indústria de CCS no Brasil e particularmente no desenvolvimento de normas contratuais locais e provisões a serem aplicadas aos projetos de CCS. Nosso escritório tem o prazer de apoiar a CCS Brasil nessa jornada.

## B Políticas e incentivos à descarbonização

A implementação de CCS envolve investimentos significativos, especialmente com os custos iniciais com engenharia, instalação e equipamentos especializados. No entanto, à medida que mais projetos são implementados, as curvas de custos tendem a se reduzir, tornando a tecnologia mais acessível a longo prazo.

Diante da urgência de implementação de tecnologias que permitam descarbonizar, governos em todo o mundo estão adotando medidas para incentivar os agentes privados nesse sentido. Como apontado no início deste documento, os incentivos econômicos podem ter diversos formatos, todavia, no Brasil poucos deles encontram-se efetivamente implementados.

Em termos de financiamento, até o momento, não foram identificadas linhas de financiamento ou investimentos públicos diretos em projetos de CCS. Em termos de subsídios fiscais específicos, não foram identificados nem em âmbito federal, nem estadual.

Ao que tudo indica, as políticas de incentivo à descarbonização da economia nacional serão focadas na criação de estruturas de Mercado Regulado de Carbono, cuja instituição depende da aprovação de lei específica pelo Congresso Nacional.

### Políticas de Incentivo em Vigor

#### RENOVABIO (Lei nº 13.576/2017)

Atualmente, há em funcionamento um mecanismo similar ao de mercado de carbono setorial conhecido como RENOVABIO. Criado por meio da Política Nacional de Biocombustíveis e em vigor desde 2020, trata-se de um programa que estimula as indústrias de biocombustíveis a reduzir emissões através da imposição de metas aos distribuidores de combustíveis fósseis para aquisição de créditos de carbono, os chamados CBIOs, emitidos por produtores de biocombustíveis. O certificado decorre de procedimento de certificação do processo de produção dos biocombustíveis. O procedimento atribuirá uma nota em função da eficiência energética e das emissões de gases do efeito estufa, com base em avaliação do ciclo de vida.

#### MERCADO DE CARBONO VOLUNTÁRIO DECRETO nº 11.075/2022

Em 19 de maio de 2022, foi publicado o Decreto nº 11.075, pelo Poder Executivo Federal, que disciplinou os procedimentos iniciais para elaboração dos planos setoriais de mudanças climáticas e buscou criar bases jurídicas para um futuro mercado regulado e voluntário de carbono, através da instituição do Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa (Sinare). Contudo, o decreto não fixa prazo para o Governo Federal elaborar os planos setoriais e dar início ao Sinare. Vale notar que por ter sido estabelecido por decreto, os planos setoriais são voluntários.

# Projetos de lei sobre mercado de carbono



## PROJETO DE LEI 528/2021

Institui o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE).

Autoria do Deputado Marcelo Ramos (PL-AM)

Casa Iniciadora: Câmara dos Deputados

O Projeto de Lei nº 528/2021 tem por finalidade regulamentar o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), e é o PL de maior projeção na regulação do mercado de carbono voluntário e regulado no Brasil. Por similaridade, este projeto foi agregado ao PL 290/2020, que por sua vez também foi incorporado ao PL 2148/2015, que passa a ser o cabeça de bloco dos projetos de lei: 10.073/2018, 5.710/2019, 290/2020 e 528/2021. Os projetos têm em comum a tentativa de regular o mercado de carbono nacional. O texto atual do PL é o terceiro parecer com Substitutivo apresentado pela deputada Carla Zambelli, que aguarda apreciação do Plenário da Câmara desde 19/08/2022.

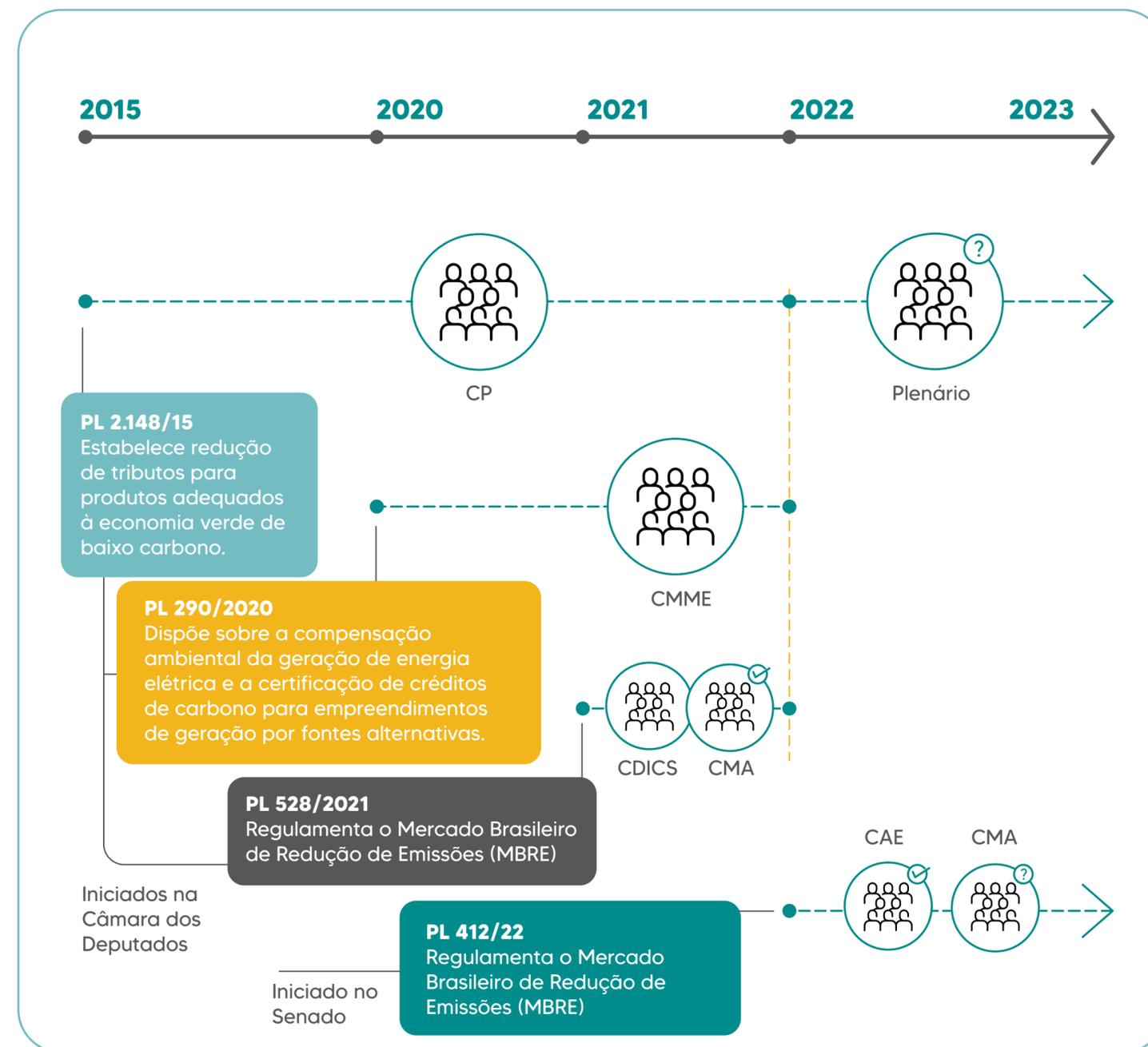
## PROJETO DE LEI 412/2022

Regulamenta o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE)

Autoria: Senador Chiquinho Feitosa (DEM/CE)

Casa iniciadora: Senado Federal

O Projeto de Lei nº 412/2022 tem por objetivo regulamentar o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE). A proposta original, em síntese, trata de forma geral as bases regulatórias do MBRE. O texto atual do projeto é o Substitutivo do senador Tasso Jereissati, que modifica profundamente o PL original e propõe o Sistema Brasileiro de Gestão de Emissões (SBGE-GEE), oferecendo maior possibilidade de gestão, controle e transparência do SBGE-GEE. Por tratar de tema correlato - regulamentação do mercado brasileiro de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) - o referido PL passou a tramitar conjuntamente aos projetos de lei de números: 2.122/2021; 4.028/2021; 3.606/2021 e 1684/2022. Atualmente, está na Comissão de Meio Ambiente com a relatoria da senadora Leila Barros, mas ainda aguarda a realização de Audiência Pública.



## C Projetos brasileiros de CCS

Até o final de 2022, foram identificados três projetos brasileiros que envolvem uma ou mais partes da cadeia de CCS, cada um com características e estágios de desenvolvimento muito diferentes.

O primeiro e mais antigo projeto brasileiro é comandado pela Petrobras e se refere às etapas de utilização e armazenamento de CO<sub>2</sub>. Considerado um dos maiores programas de CCUS-EOR do mundo, as atividades de reinjeção de CO<sub>2</sub> são realizadas pela Petrobras nos campos do Pré-Sal. O projeto começou como um piloto, no campo de Tupi, e se estendeu aos campos de Mero e Búzios, acumulando atualmente 40,8 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> reinjetados. Só em 2022, foram 10,6 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> injetados e a expectativa é chegar a 80 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> até 2025.

A segunda iniciativa está em fase de desenvolvimento de projeto e é liderada pela FS Bioenergia, a maior produtora de etanol de milho do país. A empresa planeja investir cerca de U\$ 65 milhões para estruturar um projeto de BECCS, que irá implementar sistemas de captura e estocagem de CO<sub>2</sub> em sua unidade de Lucas do Rio Verde (MT). Esse projeto promete ser uma importante alternativa para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> na produção de biocombustíveis e tem a expectativa de ser uma referência para o setor.

Por fim, o terceiro projeto em operação está localizado no município de Criciúma e é um projeto piloto de pesquisa e desenvolvimento para captura de CO<sub>2</sub> a partir da geração de energia termoelétrica a carvão. Embora ainda esteja em fase inicial, esse projeto é considerado muito promissor e pode contribuir significativamente para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> na geração de energia.

Em resumo, o Brasil possui três iniciativas relacionadas a CCS em estágios diferentes de desenvolvimento, cada uma com suas particularidades e potencialidades. São projetos que podem contribuir para a redução das emissões de CO<sub>2</sub> e para a construção de uma economia mais sustentável e responsável com o meio ambiente.

<p><b>1º PROJETO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Responsável pelo projeto:</b> Petrobras</li> <li>• <b>Características do projeto:</b> Recuperação Avançada de Petróleo (CCUS-EOR)</li> <li>• <b>Natureza:</b> Comercial</li> <li>• <b>Locais de injeção de CO<sub>2</sub>:</b> campos do Pré-Sal</li> <li>• <b>Total de toneladas CO<sub>2</sub> reinjetado:</b> 40,8 milhões</li> <li>• <b>Início do projeto:</b> 2008</li> <li>• <b>Perspectivas e previsões:</b> 80 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> reinjetados até 2025</li> </ul>
<p><b>2º PROJETO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Responsável pelo projeto:</b> FS Energia:</li> <li>• <b>Características do projeto:</b> combinação do CCS com processo de fermentação do etanol</li> <li>• <b>Natureza:</b> comercial</li> <li>• <b>Locais de injeção de CO<sub>2</sub>:</b> Lucas do Rio Verde (MT)</li> <li>• <b>Origem/Fonte:</b> CO<sub>2</sub> do processo de produção de etanol de milho</li> <li>• <b>Investimento:</b> U\$ 65 milhões de dólares</li> <li>• <b>Capacidade de armazenamento do projeto:</b> 420 MT CO<sub>2</sub>/ano</li> <li>• <b>Previsão de início do projeto:</b> dezembro de 2024</li> <li>• <b>Perspectiva de duração do projeto:</b> sujeito a confirmação de permeabilidade, mínimo 20 anos de operação. Existe potencial de estocagem de até 55 anos.</li> </ul>
<p><b>3º PROJETO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Organizações responsáveis:</b> SATC, ENEVA, UFC (P&amp;D ANEEL). Diamante energia (planta piloto de zeólita sintética). Apoio NETL (USA) e ARI (USA)</li> <li>• <b>Características do Projeto:</b> captura de CO<sub>2</sub> por tecnologia de adsorção, empregando zeólitas.</li> <li>• <b>Natureza:</b> Pesquisa e Desenvolvimento - Planta Piloto</li> <li>• <b>Fonte do CO<sub>2</sub>:</b> Queima de GLP para simular a captura em unidades térmicas a carvão e gás natural.</li> <li>• <b>Volume de CO<sub>2</sub> a ser capturado:</b> 2 toneladas CO<sub>2</sub>/dia (unidade piloto).</li> <li>• <b>Investimentos:</b> Já foram investidos cerca de R\$ 5,2 milhões na primeira fase e estão sendo investidos mais R\$ 8,8 milhões na segunda fase. Planta piloto de zeólitas: R\$ 5,4 milhões</li> <li>• <b>Duração do Projeto:</b> Início da fase 2 em janeiro de 2023 com previsão de término em dezembro de 2024.</li> </ul>

## D Projetos nacionais de pesquisa e desenvolvimento

### Os investimentos em pesquisa e desenvolvimento são cruciais para o progresso de projetos de CCS

Por Júlio R. Meneghini, Diretor do Research Centre for Greenhouse Gas Innovation

O Brasil é reconhecido como um dos líderes mundiais em pesquisas sobre CCS, e o RCGI (Research Centre for Greenhouse Gas Innovation) é um centro acadêmico brasileiro de ponta, com importantes contribuições para a área de armazenamento de CO<sub>2</sub>, BECCS, hidrogênio de etanol com CCS, mitigação de emissões de gases de efeito estufa, percepção social e regulação. A implementação bem-sucedida de projetos de CCS no Brasil e em todo o mundo depende fortemente da ciência e da inovação. Por meio de investimentos em pesquisa e desenvolvimento, é possível aprimorar as tecnologias existentes e desenvolver novas soluções que garantam a segurança e eficácia desses projetos.

O trabalho do RCGI é crucial para avançarmos em áreas importantes como armazenamento de CO<sub>2</sub>, BECCS e hidrogênio de etanol com CCS, além de abordar questões relacionadas à percepção social e regulação desses projetos. Pesquisas nesses campos ajudam a garantir que os projetos de CCS sejam seguros, eficazes e socialmente aceitáveis. Além disso, a ciência e a inovação são fundamentais para o desenvolvimento de novas soluções de baixo carbono em diversas áreas, como transporte, indústria e geração de energia. Essas soluções podem contribuir significativamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa em todo o mundo, ajudando a mitigar as mudanças climáticas.

Portanto, é essencial que os investimentos em pesquisa e desenvolvimento continuem a ser priorizados em relação a projetos de CCS e outras soluções de baixo carbono. Esses investimentos ajudarão a acelerar a transição para uma economia mais sustentável e resiliente, reduzindo os impactos das mudanças climáticas e promovendo um futuro mais próspero para todos.

### Projetos desenvolvidos no Research Centre for Greenhouse Gas Innovation USP

**Nome do projeto:** Perspectives for carbon storage in onshore non-conventional oil reservoirs and offshore sedimentary basins in southeast Brazil

**Coordenador:** Prof. Dr. Colombo Celso Gaeta Tassinari

**Objetivo:** Avaliar a viabilidade da implementação da tecnologia de armazenamento geológico de carbono (CGS) em reservatórios de petróleo não convencionais, a fim de contribuir para a redução de CO<sub>2</sub> na região sudeste do Brasil, que concentra as principais fontes de emissão de carbono do país.

**Nome do projeto:** Simulation and optimization of compressor for CO<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> - CH<sub>4</sub> mixtures in supercritical conditions

**Coordenador:** Prof. Dr. Jurandir Itizo Yanagihara

**Objetivo:** Desenvolver uma ferramenta computacional para simular o fluxo e a transferência de calor e otimizar a geometria de um compressor supercrítico de CO<sub>2</sub> sob as condições operacionais especificadas. O presente projeto também inclui a otimização do layout do labirinto de vedação do compressor e o desenvolvimento inicial de um simulador de compressor para mistura de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> na condição supercrítica.

**Nome do projeto:** Evaluation of the environmental impact of ccs activities in Brazil and legal aspects

**Coordenador:** Professor Dr. Evandro Mateus Moretto; Professor Dr. Hirdan Katarina de Medeiros Costa

**Objetivo:** Propor um Marco Regulatório e um processo de Avaliação de Impacto Ambiental projetado especificamente para atividades de CCS no Brasil.

**Nome do projeto:** Laboratório de caracterização das propriedades físico-químicas do CO<sub>2</sub>, petróleo e gás natural em condições sub e supercríticas - infraestrutura

**Coordenador:** Claudio Augusto Oller do Nascimento (EP-PQI) Reinaldo Camino Bazito (IQ/USP) Luis Alberto Follegatti Romero (Poli/USP)

**Objetivo:** A criação de uma infraestrutura laboratorial para a medição das propriedades físico-químicas do petróleo, gás natural, gás natural rico em CO<sub>2</sub> (seu principal contaminante no pré-sal), CO<sub>2</sub> puro e todas as misturas desses fluidos em condições sub e supercríticas.

**Nome do projeto:** Tecnologias de software para modelagem e inversão, com aplicações em imagens sísmicas

**Coordenador:** Bruno Souza Carmo - University of São Paulo

**Objetivo:** Desenvolver um conjunto de tecnologias de software para simulação numérica e solução de problemas de inversão

**Nome do projeto:** Projeto de design baseado em otimização de sistemas de adsorção de mudança de temperatura (TSA) para captura de CO<sub>2</sub> de gases derivados de biomassa em grande escala

**Coordenador:** Marcelo Martins Seckler - Poli-USP

**Objetivo:** Integrar materiais inteligentes, como os IPMCs, no design do LS; Considerar a influência de parâmetros no conceito de LS inteligente, como alta velocidade do eixo (da ordem de 20.000 rpm e raio do eixo de 40 a 60 mm), diferentes tipos de atuação do IPMC e possíveis configurações de LS inteligente.

**Nome do projeto:** Novas tecnologias para captura de CO<sub>2</sub>: solventes eutéticos profundos (DES) e materiais avançados para membranas de captura de CO<sub>2</sub>

**Coordenador:** Julio Romano Meneghini - Poli-USP

**Objetivo:** Desenvolver novas tecnologias para captura e/ou separação de CO<sub>2</sub> baseadas em duas abordagens principais, compostas pelas duas linhas de trabalho que compõem o projeto principal: Solventes Eutéticos Profundos (DES) para Captura de CO<sub>2</sub> e Materiais Avançados para Membranas para Captura de CO<sub>2</sub>.

### Projetos desenvolvidos no Instituto do Petróleo e dos Recursos Naturais da PUCRS

**Nome do projeto:** Desenvolvimento e aplicação de metodologias e técnicas de monitoramento de CO<sub>2</sub> no site de vazamentos experimentais do TECNOPUC-Viamão (Projeto ECO2A)

**Coordenador:** Clarissa L. Melo

**Número de pesquisadores:** 5 (cinco)

**Período de Execução:** 2022/2025

**Objetivo:** Desenvolver e avaliar técnicas de monitoramento para verificação de possíveis vazamentos de CO<sub>2</sub> em ambiente de subsuperfície rasa a partir de dados de fluxo dinâmico de CO<sub>2</sub>, eletrorresistividade, análises hidrogeoquímicas e modelagem numérica computacional. Além disso, o projeto contempla o desenvolvimento e teste de uma estação de monitoramento de CO<sub>2</sub> automatizada (ECO2A) que receberá informação de sensores instalados em poços de monitoramento.

**Nome do projeto:** Desenvolvimento inteligente de inibidores de corrosão de aço pelo CO<sub>2</sub> a partir de ensaios experimentais e métodos de “Materials Informatics” (Projeto SMART)

**Coordenadores:** Victor Hugo Jacks dos Santos and Felipe Dalla Vecchia

**Número de pesquisadores:** 8 (oito)      **Período de Execução:** 2022/2025

**Objetivo:** Desenvolvimento de modelos de “Materials Informatics” capazes de orientar a síntese de novos alvos moleculares (target-specific synthesis) com elevada capacidade para inibir a corrosão pelo CO<sub>2</sub> e baixa toxicidade. Este projeto tem por objetivo viabilizar o desenvolvimento acelerado e inteligente de novos inibidores de corrosão de aço frente ao CO<sub>2</sub>. Para tanto será utilizada uma abordagem combinada de métodos computacionais e experimentais, e estabelecida as bases para a transformação digital do conhecimento sobre inibidores de corrosão para meios ricos em CO<sub>2</sub>.

**Nome do projeto:** Plataforma GIS CCUS Brasil

**Coordenadora:** Clarissa L. Melo

**Número de pesquisadores:** 5 (cinco)      **Período de Execução:** 2022/2024

**Objetivo:** Desenvolvimento e disponibilização de uma plataforma digital online contendo a base de dados espacial e georreferenciada com informações sobre recursos geológicos para armazenamento de CO<sub>2</sub> no Brasil, fontes estacionárias de CO<sub>2</sub> e possibilidades de transporte fonte-sumidouro. Elaboração de um novo Atlas de CCUS no Brasil, em formato digital, destinado para a difusão técnico-científica do conteúdo abordado, destacando a metodologia aplicada, os dados incorporados na plataforma, as premissas técnicas seguidas e os resultados atingidos no projeto

**Nome do projeto:** Captura e Armazenamento de Carbono Direto do Ar - estudo da integração e otimização dos processos de remoção de gases do efeito estufa da atmosfera e indicação de áreas favoráveis para implementação de tecnologias de emissões negativas (NET) no Brasil

**Coordenador:** Felipe Dalla Vecchia

**Número de pesquisadores:** 20 (vinte)      **Período de Execução:** 2022/2025

**Objetivo:** Objetivo do projeto (descrição curta): O projeto DACCS é inédito no Brasil, e tem por objetivos o estudo das tecnologias de DAC, a avaliação de estratégias de integração e a otimização dos processos de remoção de CO<sub>2</sub> e, a indicação de áreas favoráveis para implementação de tecnologias de emissões negativas (NET) no país, com especial atenção ao processo de estocagem permanente de CO<sub>2</sub> nos basaltos do Grupo Serra Geral da Bacia do Paraná.

**Nome do projeto:** Utilização de C como fonte de carbono para produção de biossurfactantes.

**Coordenador:** Clarissa L. Melo

**Número de pesquisadores:** 8 (oito)      **Período de Execução:** 2022/2025

**Objetivo:** Este projeto tem como objetivo a produção de biossurfactantes a partir do uso de CO<sub>2</sub> como fonte de carbono por microrganismos, selecionando as condições de cultivo mais adequadas e utilizando engenharia genética como possível ferramenta para otimização da produção.

## Projetos desenvolvidos na Universidade Federal do Rio de Janeiro

**Nome do projeto:** Hidrogenação de CO<sub>2</sub> para metanol e dme: uma abordagem integrada para uma usina de biogás

**Manager:** Claudio J. A. Mota

**Número de pesquisadores:** 7                      **Período de Execução:** 36 meses

**Objetivo:** O projeto tem como objetivo capturar CO<sub>2</sub> de correntes de biogás, produzir H<sub>2</sub> por fotocatalise utilizando luz visível e hidrogenar para metanol e éter dimetílico (DME).

**Nome do projeto:** Química verde e sustentável: captura e conversão de CO<sub>2</sub>

**Coordenador:** Claudio J. A. Mota

**Número de pesquisadores:** 70                      **Período de Execução:** 36 meses

**Objetivo:** O projeto tem como objetivo o desenvolvimento de materiais para a captura de CO<sub>2</sub> de diferentes correntes gasosas e sua conversão em carbonatos orgânicos e ácidos fórmicos.

# Análises

e perspectivas



## A Perspectivas setoriais

O Brasil apresenta um enorme potencial para o desenvolvimento de projetos de CCS (Carbon Capture and Storage), tendo em vista suas vantagens competitivas em diversas áreas. Além dos reservatórios de petróleo e gás natural, o país possui várias indústrias-chave que são consideradas difíceis de descarbonizar, como siderurgia, cimento, química e fertilizantes, e que podem ser beneficiadas pela cadeia de CCS.

O Brasil também possui uma forte vocação para a produção de etanol, que tende a crescer nos próximos anos. A captura de CO<sub>2</sub> nesse setor pode contribuir para reduzir significativamente as emissões de gases de efeito estufa e ajudar na transição para uma economia de baixo carbono. Além disso, o país está em fase de formação do mercado de hidrogênio, com grande capacidade para produção de hidrogênio de baixo carbono, que pode ser utilizado como combustível limpo em diversos setores.

No entanto, é importante ressaltar que o ritmo de desenvolvimento de projetos de CCS pode variar entre setores e regiões do país, devido a desafios específicos em cada área. Por isso, é necessário um esforço coordenado e colaborativo entre empresas, governo e sociedade civil para superar esses desafios e aproveitar ao máximo as vantagens competitivas do país em tecnologias de baixo carbono. Ou seja, é importante ouvir e considerar as perspectivas de diversos stakeholders envolvidos, visando a construção de soluções que atendam às necessidades de todas as partes envolvidas e promovam o desenvolvimento socioeconômico de forma justa e equitativa.

Consolidamos nesse espaço algumas perspectivas de representantes de diversos setores para contribuir com a discussão e o debate sobre o potencial do Brasil para o desenvolvimento de projetos de CCS e os desafios que ainda precisam ser superados para tornar essa tecnologia uma realidade no país.



A implementação de um mercado regulado de carbono no Brasil é fundamental para viabilizar o desenvolvimento de projetos de CCS em larga escala no país. Atualmente, o mercado voluntário de carbono valoriza reduções de emissões originadas por projetos de CCS, mas somente o mercado regulado poderá absorver o volume potencial de créditos de carbono associados a esse tipo de atividade.



**Carlos de Mathias Martins Junior, Diretor da Eqao**



A emergência climática enquanto um estado ou situação que requer ações de diversos atores públicos e privados emerge como decorrência das consequências advindas do aumento das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). É fundamental, nessa linha, que o Brasil e demais países cumpram as metas estabelecidas no Acordo de Paris e mirem em evoluções de redução das suas emissões de GEE em prol de um futuro com adequação climática. A tecnologia de captura e estocagem de carbono (da sigla em inglês CCS - Carbon Capture and Storage) aparece como uma das possibilidades para auxiliar países a cumprir suas metas, inclusive considerando um cenário cada vez mais restritivo em termos de emissões.



**Hirdan Katarina de Medeiros Costa, Research Centre for Greenhouse Gas Innovation**

Gaffney  
Cline

“ CCS é a ferramenta definitiva para descarbonizar setores difíceis de serem abatidos, como aço e cimento, e levar a indústria brasileira de bioetanol a níveis líquidos negativos de emissão de CO<sub>2</sub>, tornando o setor de transporte de veículos leves do Brasil ainda mais sustentável. O Brasil tem um enorme potencial graças aos aquíferos salinos da bacia do Paraná, que estão localizados com os maiores emissores do Brasil e são adequados para armazenar com segurança esse CO<sub>2</sub>. Todos os elementos do CCS estão presentes para tornar isso realidade. ”

Nick Fulford, GaffneyCline

“ Muitos países estabeleceram metas ambiciosas para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera. CCUS é uma tecnologia essencial que desempenhará um papel vital na redução de emissões de CO<sub>2</sub>. Para aumentar os projetos de CCUS, o mundo precisa de um setor de materiais básicos resiliente, incluindo a indústria do aço. Os tubos de aço serão um elemento crítico para infraestruturas nesse mercado emergente, e a Vallourec tem um papel significativo a desempenhar para atender a esse desafio. Com base em nossa extensa e reconhecida expertise, combinada com nosso histórico comprovado em CCS, nosso compromisso com P&D e inovação, bem como nossos produtos premium de tubos de linha e estruturas subsuperficiais, a Vallourec está comprometida em apoiar projetos de CCS globalmente. ”

Leila Faramarzi, Vallourec

vallourec

“ O CCS é essencial para a mitigação dos efeitos climáticos e será estratégico para que o Brasil alcance a economia de zero carbono. ”

Já é notável a contribuição que essa tecnologia tem gerado por aqui, reduzindo as emissões de CO<sub>2</sub> na produção e exploração de óleo e gás no pré-sal brasileiro.

Países produtores de hidrocarbonetos como o Brasil, acumulam expertise e podem ter ainda mais vantagem competitiva dada nossa capacidade de armazenamento geológico, principalmente offshore e a possibilidade de utilização de infraestrutura existente como é o caso de poços depletados, além da potencial viabilidade compartilhamento da malha de transporte de gás. As possibilidades são inúmeras! ”

Monique Seabra, Sumitomo Corp

Sumitomo  
Corporation

“ A transição das economias globais rumo a um futuro de baixo carbono exige não apenas a transição para um futuro energético cada vez mais acessível, seguro e sustentável. Esta transição deve ser justa e inclusiva. A combinação destas ambições exige que a soma das emissões de GEE provenientes de todas as fontes e setores da economia, seja, em parte, compensada por tecnologias ou meios de remoção de GEE da atmosfera. A captura e armazenamento de carbono desempenha um papel central na solução desta equação e será, sem dúvida, parte fundamental da estratégia de descarbonização e transição energética no Brasil e no Mundo. ”

Heloisa Esteves, Empresa de Pesquisa e Energia

epe



O Brasil tem um potencial forte para estocagem geológica, mas faltam investimentos para enfrentar custos exploratórios altos. Em geral, os emissores de CO<sub>2</sub> estão ainda tímidos, no entanto já há algumas empresas montando projetos completos. Muitas iniciativas de P&D vão ajudar a indústria nos próximos anos, mas precisamos, como a UE e os EUA, de regulação robusta e de um mercado de CO<sub>2</sub> com preço claro.

Vincent GEYL, Quartic



O armazenamento de CO<sub>2</sub> é uma etapa essencial para viabilizar projetos de larga escala de CCS e enfrentar as mudanças climáticas. O Brasil tem um grande potencial para o armazenamento de CO<sub>2</sub>, com oportunidades relevantes mapeadas pela Manacá CCS, com destaque para o oeste do estado de São Paulo. É fundamental contar com a expertise em engenharia para aproveitar essas oportunidades de forma segura e eficiente.

Peter Jackson, Presidente da Manacá CCS



A indústria brasileira de O&G pode se beneficiar da implantação de projetos de CCUS para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>, atender aos compromissos climáticos e desenvolver economicamente o país. O Brasil tem condições geológicas favoráveis para o armazenamento seguro de CO<sub>2</sub> em reservatórios geológicos, tornando os projetos economicamente viáveis. A CCUS também pode melhorar a competitividade e a resiliência do setor, estimular o desenvolvimento tecnológico e a criação de empregos qualificados. No entanto, é importante regulamentar adequadamente a indústria de CCUS para proporcionar segurança jurídica e incentivar novos investimentos.

Fernanda Delgado, IBP



A distribuidora de gás tem um papel fundamental para promover a segurança energética no contexto da transição. Porém, o desafio climático demanda enxergar mais longe. Investir em pesquisa e desenvolvimento com CCUS é se posicionar na agenda de descarbonização e abrir espaço pioneiro para o desenvolvimento desse novo negócio no Brasil

Letícia Dantas, Comgas



A indústria de CCUS para o Brasil é fundamental para manter a economia fóssil (petróleo, gás e carvão) gerando desenvolvimento, emprego e renda e atendendo as demandas ambientais da Sociedade. Poderá ainda alavancar a indústria de Bio que poderá incrementar a indústria de carbono atraindo recursos internacionais para o Brasil. Ao criar a cadeia produtiva do CCUS, fará com que novas indústrias correlatas venham a surgir criando uma demanda de mão de obra especializada (cursos técnicos e superiores).

Fernando L Zancan, Presidente da ABCM





“ A captura e armazenamento de carbono tem sido utilizada com sucesso em todo o mundo há décadas para armazenar com segurança milhões de toneladas de carbono sob a superfície da Terra”, afirma James Millar, Presidente e CEO do International CCS Knowledge Centre. “Nós vimos projetos como o pioneiro Projeto Boundary Dam 3 no Canadá capturar em média mais de 90% dos gases de combustão que entram na instalação de captura e armazenamento de carbono desde o seu início em 2014. Olhando de forma mais ampla, existem dezenas de histórias de sucesso em relação à captura e armazenamento de carbono, incluindo dois projetos em operação offshore (Sleipner e Snohvit), que capturam um milhão de toneladas de CO<sub>2</sub> por ano há 27 anos e 15 anos, respectivamente. Por fim, do ponto de vista do armazenamento, o inovador Projeto Weyburn-Midale, no Canadá, armazenou com segurança mais de 36 milhões de toneladas de dióxido de carbono desde 2000.

” A captura e armazenamento de carbono funciona, é comprovada, segura e é a única ferramenta atualmente disponível capaz de lidar com nossas emissões em grande escala para fazer a diferença no combate às mudanças climáticas

**James Millar, Knowledge Center**



“ Produzir energia limpa e sustentável é um passo extremamente positivo para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> e mitigar os riscos climáticos que enfrentamos pela frente. No entanto, precisamos prestar muita atenção em como nossa sociedade consome energia.

Essa equação de produção e consumo terá um balanço neutro de emissões de CO<sub>2</sub> com a utilização de recursos tecnológicos capazes de reduzir as emissões tanto do lado da oferta (produção de energia) quanto do lado do consumo (setores eletrointensivos). Nesse sentido, a tecnologia CCUS tem papel relevante na descarbonização global e tem grande potencial para impulsionar a indústria do Hidrogênio Verde! Na minha opinião, o uso do Hidrogênio Verde para a síntese de combustíveis com CCUS é o que há de mais moderno nessa indústria!

Cabe ao governo brasileiro estabelecer marcos regulatórios capazes de trazer segurança jurídica a um setor que desponta com grande potencial. Nesse sentido, o avanço do Projeto de Lei 528/2021, que tramita no Congresso Nacional e visa regular o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE) de acordo com a Política Nacional de Mudança do Clima (Lei nº 12.187/2009), é de grande importância.

**Frederico Freitas, INEL e H2 Verde**

## **B** As bases para um ambiente institucional atrativo

Como toda atividade econômica em fase inicial, a existência de um ambiente institucional atrativo é aspecto crucial e determinante para implementação de projetos de CCS no Brasil. Nesse sentido, este ambiente institucional atrativo deve ser estruturado em três pilares: regulação adequada que garanta a implementação e a operação segura desses projetos, clareza nas metas e obrigações de descarbonização e políticas claras de suporte econômico para projetos:

### **Regulação**

Apesar da maturidade das tecnologias envolvidas em todas as etapas da cadeia de CCS, como vimos, salvo a utilização de CO<sub>2</sub> para a extração avançada de Petróleo realizada pela Petrobras, não há nenhum projeto de CCS em escala comercial implementado no Brasil até o momento. Entre as razões para a ausência de projetos está a falta de definições jurídico-regulatórias relacionadas, principalmente à etapa de armazenamento geológico do CO<sub>2</sub>. Entre os aspectos jurídicos estratégicos que demandam atenção do legislador nacional, estadual, bem como dos reguladores, destaca-se:

- \* procedimentos e condições para outorga de exploração do reservatório geológico para fins de armazenamento de CO<sub>2</sub>;
- \* definição de autoridade reguladora e fiscalizadora da operação de injeção;
- \* critérios de encerramento completo da operação e transferência dos reservatórios de volta para o Poder Público;
- \* diretrizes ambientais para fins de licenciamento dos futuros projetos.

### **Metas de descarbonização**

Além da regulação, é preciso ter clareza de quais e como serão definidas as obrigações de redução de emissões de CO<sub>2</sub> nacionais. Uma vez que os setores econômicos tenham clareza de suas obrigações, a intensidade e oportunidade de projetos de CCS se tornará mais clara.

### **Incentivos e investimentos de recursos públicos em projetos**

Esses incentivos podem vir na forma de financiamentos subsidiados, descontos fiscais, leilões para aquisição de créditos de carbono e outras medidas que reduzam os custos de implantação e operação dos projetos. Além disso, é importante que haja apoio à pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de CCS, visando a redução de custos e aprimoramento das técnicas existentes.

# 6 pontos

estratégicos para

avanço de CCS no Brasil



## 6 pontos estratégicos para avanço de CCS no Brasil

A implementação de soluções de combate às mudanças climáticas em grande escala possui importantes desafios, que passam por incertezas jurídicas, ausência de priorização até a dificuldade de estabelecer modelos de negócios. As tecnologias de CCS são reconhecidas como uma das alternativas fundamentais para a redução das emissões de CO<sub>2</sub> e diversos países já avançam com políticas específicas para a implementação de projetos comerciais, como Estados Unidos, Reino Unido, Canadá e Noruega.

No Brasil, ainda é necessário dar alguns passos fundamentais para criar as bases para um ambiente institucional favorável a projetos de CCS e construir capacidades nos diversos setores da sociedade.

Listamos 6 ações estratégicas para acelerar o desenvolvimento de projetos de CCS no Brasil.

### 01

#### **Aprovar a regulação para o armazenamento de CO<sub>2</sub>**

Para incentivar a implementação de projetos de CCS, é fundamental que seja estabelecida uma regulação clara para o armazenamento geológico de CO<sub>2</sub>. Por isso, é fundamental o avanço da tramitação do PL 1425/2022, com o devido debate com as empresas e com a sociedade, trazendo segurança jurídica para projetos de CCS.

### 02

#### **Estabelecer um mercado de carbono que inclua créditos de carbono de projetos de CCS**

Um mercado de carbono efetivo pode incentivar a implementação de projetos de CCS, fornecendo uma fonte de receita para essas atividades. Isso pode ser feito por meio da criação de um sistema de créditos de carbono que reconheça e valorize os projetos de CCS.

### 03

#### **Mapear oportunidades para o armazenamento de CO<sub>2</sub>**

O levantamento das áreas com maior potencial para o armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> e suas estimativas de capacidade é fundamental para identificar as oportunidades para projetos de CCS.

### 04

#### **Criar linhas de financiamento incentivado para projetos de CCS**

A estruturação da cadeia de CCS, em todas as suas etapas, é capital intensiva. A necessidade de altos investimentos com a aquisição de equipamentos para viabilizar rotas de CCS pode ser impulsionada pela criação de financiamentos incentivados por bancos de desenvolvimento, reforçando o papel do Estado no estímulo à descarbonização da economia.

### 05

#### **Divulgar informações sobre CCS e seu papel para a mitigação das mudanças climáticas**

A conscientização do público sobre a importância de reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> e sobre o papel de CCS é crucial para o engajamento social e de entidades públicas e privadas, que podem incentivar a implementação de projetos

### 06

#### **Incentivar a pesquisa & desenvolvimento tecnológico**

O desenvolvimento de tecnologias nacionais de captura de carbono mais eficientes e de menor custo tem papel relevante para tornar CCS uma opção mais viável para as empresas que buscam alternativas de descarbonização. O Brasil possui centros de pesquisa de excelência que podem contribuir muito nesse aspecto e, ainda, no processo de formação da mão-de-obra necessária aos projetos.

