

## Perguntas Frequentes

<b>PERGUNTAS COMUNS</b> .....	<b>2</b>
1. Quais são as vantagens da tecnologia CCS? .....	2
2. Como se compara a tecnologia CCS com outras soluções baseadas em sequestro na natureza, como a florestação, para a captura de CO <sub>2</sub> ? .....	2
3. Como é capturado o CO <sub>2</sub> ? .....	2
4. Pode o CO <sub>2</sub> escapar uma vez armazenado? .....	3
5. A CCS pode ter um impacto negativo sobre o ambiente? .....	3
6. Qual é a evolução a longo prazo do CO <sub>2</sub> no local de armazenamento de CO <sub>2</sub> ? .....	3
7. Tem havido fugas nos locais de armazenamento existentes? .....	3
8. Tem havido algum problema com o risco sísmico associado a projetos de CSS? .....	3
9. Como está a ser feita a monitorização em projetos de CCS ativos? .....	4
10. Exemplos de casos bem sucedidos de armazenamento e transporte de carbono? .....	4
11. Como é que a CCS pode ter impacto nos preços do carbono? .....	4
12. Quanta energia é necessária para o armazenamento de CO <sub>2</sub> ? .....	4
13. O projeto PilotSTRATEGY é desenvolvido exclusivamente por universidades ou há empresas envolvidas? .....	4
<b>PERGUNTAS TÉCNICAS</b> .....	<b>5</b>
1. Em que estado será o CO <sub>2</sub> armazenado? .....	5
2. Como é que o CO <sub>2</sub> transportado para offshore? .....	5
3. Qual é o diâmetro dos gasodutos? .....	5
4. Como é feita a injeção de CO <sub>2</sub> offshore? .....	5
5. A perfuração offshore irá gerar resíduos? .....	5
6. Qual será a pressão do CO <sub>2</sub> no local de armazenamento? .....	5
7. O processo de transporte e injeção de CO <sub>2</sub> necessitará de compressão? Com que tipo de equipamento? .....	6
8. Como é que o CO <sub>2</sub> capturado pode ser utilizado? .....	6
9. Como será feita a monitorização do armazenamento offshore? .....	7
10. Com que frequência será a monitorização sísmica offshore? .....	7
<b>PERGUNTAS REGIONAIS ESPECÍFICAS</b> .....	<b>7</b>
1. Porque é que o sector da cerâmica não foi considerado para a captura de CO <sub>2</sub> nos cenários da Bacia Lusitaniana? .....	7
2. Qual a quantidade de CO <sub>2</sub> que se espera que seja armazenada na Bacia Lusitaniana? .....	7
3. Que restrições irá um poço de injeção de CO <sub>2</sub> implicar nas atividades piscatórias? .....	7
4. Como é que um poço de injeção offshore de CO <sub>2</sub> irá afetar a paisagem? .....	8
5. Quantos poços de injeção seriam necessários? .....	8

## PERGUNTAS COMUNS

### 1. Quais são as vantagens da tecnologia CCS?

A tecnologia CCS (*CO<sub>2</sub> capture and storage*) permite a descarbonização de instalações industriais e de centrais elétricas que utilizam combustíveis fósseis, atuando como uma tecnologia de transição até que estas possam funcionar com combustíveis alternativos limpos. A tecnologia CCS é particularmente adequada para sectores industriais com emissões difíceis de abater, como os sectores do ferro e do aço, do cimento e cal ou da produção de fertilizantes, nos quais uma parte significativa das emissões não resulta da fonte de energia mas dos processos industriais. Nestes sectores, a transição para as energias renováveis ou o aumento da eficiência energética não são suficientes para atingir a neutralidade carbónica, e a captura de CO<sub>2</sub> torna-se a tecnologia mais adequada para reduzir as emissões. Além disso, permite emissões negativas, fundamentais para alcançar os objetivos de neutralidade carbónica após 2050. A CCS é uma pedra angular para a obtenção de emissões negativas através de tecnologias de remoção de gases com efeito de estufa, como a Captura Direta no Ar com armazenamento geológico (DACs), a remoção de carbono de origem biogénica, como a Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono (BECCS), produção de energia a partir de Resíduos (EfW) e em sistemas não relacionados com a energia, como a fermentação. A CCS é uma solução mensurável e em grande escala: permite a captura de milhões de toneladas de emissões de CO<sub>2</sub> que são atualmente libertadas para a atmosfera.

### 2. Como se compara a tecnologia CCS com outras soluções baseadas em sequestro na natureza, como a florestação, para a captura de CO<sub>2</sub>?

A tecnologia CCS e as soluções de sequestro de CO<sub>2</sub> com base na natureza são necessárias para atingir as metas ambiciosas de Net-Zero até 2050 e são complementares no seu papel. Ambas as soluções podem sequestrar grandes volumes de CO<sub>2</sub>, mas a CCS está focada na redução direta das emissões de instalações de grande escala, retirando CO<sub>2</sub> concentrado da fonte de emissão e armazenando-o de forma permanente no subsolo em altas concentrações, enquanto que a florestação é uma solução espacialmente mais difusa para sequestrar CO<sub>2</sub>, exigindo a ocupação de grandes áreas.

### 3. Como é capturado o CO<sub>2</sub>?

Utilizando tecnologias de engenharia, por exemplo através de processos químicos recorrendo a membranas e solventes, que podem ser adaptadas a sistemas de exaustão de gases de combustão. Estes equipamentos são dimensionados para capturar as emissões antes que estas sejam libertadas para a atmosfera.

#### **4. Pode o CO<sub>2</sub> escapar uma vez armazenado?**

A Diretiva da CE sobre armazenamento de CO<sub>2</sub> estabelece os critérios para a seleção e caracterização adequadas dos locais de armazenamento, por forma a garantir que a possibilidade de fuga de CO<sub>2</sub> para a atmosfera seja insignificante. A experiência existente sobre a injeção de CO<sub>2</sub> em formações geológicas demonstra que, com uma seleção e gestão adequadas dos locais de armazenamento, o risco de fuga de CO<sub>2</sub> é negligenciável.

#### **5. A CCS pode ter um impacto negativo sobre o ambiente?**

Se planeados e geridos de forma adequada, os únicos impactos ambientais significativos impostos ao ambiente pela tecnologia estão relacionados com a construção das instalações de captação, infraestruturas de transporte e poços de injeção. São impactos em grande medida temporários e semelhantes aos da construção de qualquer instalação industrial. A implementação de projetos de CCS é obrigada a seguir as diretrizes da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) do país específico, com medidas de mitigação a serem recomendadas quando necessário.

#### **6. Qual é a evolução a longo prazo do CO<sub>2</sub> no local de armazenamento de CO<sub>2</sub>?**

O CO<sub>2</sub> migrará no interior da formação geológica, que constitui o reservatório, mas com o tempo, irá dissolver-se na salmoura (solução de água saturada de sais) que preenche os poros do reservatório, diminuindo ainda mais drasticamente o risco de fuga do reservatório. Para longos períodos de tempo, o carbono irá reagir com os sais dissolvidos na salmoura e com as rochas que constituem o reservatório, precipitando minerais carbonatados, ficando definitivamente sequestrado na forma sólida.

#### **7. Tem havido fugas nos locais de armazenamento existentes?**

Não existem fugas documentadas de CO<sub>2</sub> dos locais de armazenamento existentes.

#### **8. Tem havido algum problema com o risco sísmico associado a projetos de CSS?**

Os critérios para a seleção de áreas adequadas para armazenamento de CO<sub>2</sub> incluem a seleção de áreas com baixa sismicidade natural, pois os locais de armazenamento de CO<sub>2</sub> devem estar distantes de zonas sísmicas ou das áreas de alto risco sísmico. Resultados de dois projetos de demonstração (o projeto piloto Nagaoka em 2004 e o projeto de demonstração Tomakomai CCS em 2018) no Japão – uma das regiões mais sísmicamente ativas do mundo – confirmaram que não foram detetadas fugas após grandes sismos, com a injeção de CO<sub>2</sub> prosseguindo em segurança uma vez concluídas as investigações. A gestão do local de armazenamento inclui a monitorização do aumento da pressão no reservatório para garantir que não ocorre sismicidade induzida devido à injeção de CO<sub>2</sub>.

### 9. Como está a ser feita a monitorização em projetos de CCS ativos?

Existem muitas tecnologias de monitorização disponíveis, desde campanhas sísmicas sequenciais, monitorização da pressão no poço de injeção, no fundo do mar e sensores na cabeça de poço. Os locais são cuidadosamente delineados antes do início da injeção. Isto inclui o desenvolvimento de um plano de Monitorização adequado às características geológicas e à migração esperada da pluma de CO<sub>2</sub> através de simulações numéricas.

### 10. Exemplos de casos bem sucedidos de armazenamento e transporte de carbono?

Atualmente (dezembro de 2023) há 41 instalações CCS operacionais em todo o mundo (GCCSI, 2023). Alguns dos exemplos mais relevantes pelo pioneirismo ou pela sua envergadura, são os projetos SLEIPNER na Noruega, GORGON na Austrália, ou o QUEST no Canadá.

### 11. Como é que a CCS pode ter impacto nos preços do carbono?

O preço do carbono é um potencial facilitador para a implantação da CCS em instalações industriais e energéticas, se os custos de implementação da tecnologia forem suficientemente baixos para permitir a compensação dos custos com créditos de carbono. Além disso, o Artigo 6.º do Acordo de Paris obriga os países a cooperar para cumprir as metas globais de redução de emissões. Um estudo recente do IEAGHG (2023) identificou três formas pelas quais a CCS poderia ser incorporada no Artigo 6.º através do comércio ou crédito de emissões, em mercados conformes ou voluntários, através de transferências governamentais de resultados de mitigação e através de abordagens específicas da CCS.

### 12. Quanta energia é necessária para o armazenamento de CO<sub>2</sub>?

A energia requerida no armazenamento de CO<sub>2</sub> está sobretudo associada à compressão do CO<sub>2</sub> à superfície antes de ser injetado nas formações geológicas. Isto é estimado em cerca de 5 MW/ano para uma plataforma CCS de tamanho médio, autónoma, com cinco poços de injeção. [fonte: Energy efficiency measures for offshore oil and gas platforms. Tuong-Van Nguyena et al. 2019]

### 13. O projeto PilotSTRATEGY é desenvolvido exclusivamente por universidades ou há empresas envolvidas?

A parceria de investigação do PilotSTRATEGY combina o conhecimento e a experiência de 19 parceiros de universidades, institutos de investigação e indústria de sete países europeus na captura e armazenamento de carbono, uma tecnologia considerada crucial para a ação climática. O Serviço Geológico Francês, BRGM, lidera o projeto.

## PERGUNTAS TÉCNICAS

### 1. Em que estado será o CO<sub>2</sub> armazenado?

O CO<sub>2</sub> é armazenado em fase densa, próxima da densidade de um líquido. A pressão natural do reservatório no local de armazenamento irá mantê-lo nessa fase de elevada densidade.

### 2. Como é que o CO<sub>2</sub> transportado para offshore?

Por gasodutos ou por navios-tanque especialmente concebidos para o transporte de CO<sub>2</sub>.

### 3. Qual é o diâmetro dos gasodutos?

Depende da quantidade de CO<sub>2</sub> a ser transportada e da pressão e temperatura de transporte. Para a Bacia Lusitânica, dada a quantidade de CO<sub>2</sub> que se prevê capturar, as simulações realizadas no projeto STRATEGY CCUS indicam que os gasodutos terão um diâmetro inferior a 30 cm.

### 4. Como é feita a injeção de CO<sub>2</sub> offshore?

Utilizando tubagens específicas e válvulas de controle de pressão em poços cuidadosamente construídos e revestidos por aço. Dependendo das condições locais pode ser necessária a existência de uma pequena plataforma offshore.

### 5. A perfuração offshore irá gerar resíduos?

Os resíduos de furação são normalmente recolhidos e levados para terra, limpos de acordo com as regulamentações ambientais para utilização, por exemplo, na construção; dependendo do quadro regulamentar local, podem ser depositados no fundo do mar. O equipamento de perfuração é móvel e é removido do local logo que perfuração esteja concluída.

### 6. Qual será a pressão do CO<sub>2</sub> no local de armazenamento?

A pressão do local de armazenamento será ligeiramente superior à pressão existente no reservatório antes da injeção de CO<sub>2</sub>. O aumento de pressão permite que o CO<sub>2</sub> migre do poço de injeção para a formação geológica. A pressão de injeção é ativamente monitorizada e gerida para que permaneça muito inferior à pressão máxima admissível pelas rochas do reservatório e selo, assegurando que estas mantêm a sua integridade e não fraturam.

## 7. O processo de transporte e injeção de CO<sub>2</sub> necessitará de compressão? Com que tipo de equipamento?

Sim, o processo de transporte e injeção de CO<sub>2</sub> geralmente requer compressão. O CO<sub>2</sub>, quando transportado, necessita de ser comprimido a altas pressões para garantir um transporte e injeção eficientes. Os equipamentos e processos específicos utilizados dependem dos requisitos do projeto, da composição do CO<sub>2</sub> transportado e das características geológicas do local de injeção ou armazenamento. Os equipamentos normalmente usados incluem compressores, sistemas de refrigeração, unidades separadoras, reguladores de pressão e sistemas de controle.

## 8. Como é que o CO<sub>2</sub> capturado pode ser utilizado?

Algumas formas de utilização do CO<sub>2</sub> são:

- ➊ Materiais de construção: O CO<sub>2</sub> pode reagir com certos minerais para formar carbonatos estáveis, que podem ser utilizados em materiais de construção.
- ➋ Bebidas carbonatadas: O CO<sub>2</sub> de qualidade alimentar pode ser capturado e utilizado na produção de bebidas carbonatadas.
- ➌ Carbonatação do betão: O CO<sub>2</sub> pode ser utilizado para carbonatar o betão, o que aumenta a sua resistência e durabilidade.
- ➍ Cultivo de algas: O CO<sub>2</sub> pode ser administrado a algas em ambientes controlados para promover o seu crescimento. As algas podem depois ser utilizadas para várias aplicações, incluindo biocombustíveis, alimentação animal e até como fonte de proteínas.
- ➎ Produção de materiais à base de carbono: O CO<sub>2</sub> pode ser convertido em materiais à base de carbono, como os nanotubos de carbono e o grafeno, que têm várias aplicações industriais.
- ➏ Combustíveis sintéticos: O CO<sub>2</sub> pode ser convertido em combustíveis sintéticos, através de processos químicos como processo de Fischer-Tropsch.
- ➐ Matéria-prima química: O CO<sub>2</sub> pode ser utilizado como matéria-prima para a produção de produtos químicos e polímeros, substituindo as fontes tradicionais baseadas em combustíveis fósseis.
- ➑ Estufas e agricultura: O CO<sub>2</sub> capturado pode ser fornecido a estufas para melhorar o crescimento das plantas e o rendimento das colheitas através do aumento da fotossíntese.
- ➒ Materiais com carbono negativo: Utilizar o CO<sub>2</sub> na produção de materiais que têm uma pegada de carbono negativa, essencialmente sequestrando mais CO<sub>2</sub> do que aquele que é emitido durante a sua produção.

### **9. Como será feita a monitorização do armazenamento offshore?**

Depende do local de armazenamento, mas normalmente a monitorização inclui campanhas de aquisição sísmica e sensores de monitorização de pressão em poços, é mantida durante todo o processo de injeção e mesmo após o encerramento do projeto de injeção.

### **10. Com que frequência será a monitorização sísmica offshore?**

Dependerá do local e da necessidade antecipada para a monitorização sísmica. No projeto Sleipner foi realizada uma campanha de aquisição sísmica antes da injeção e, posteriormente, foram realizadas campanhas de acompanhamento após a injeção de determinadas quantidades de CO<sub>2</sub>.

## **PERGUNTAS REGIONAIS ESPECÍFICAS**

### **1. Porque é que o sector da cerâmica não foi considerado para a captura de CO<sub>2</sub> nos cenários da Bacia Lusitaniana?**

A CCS é uma tecnologia versátil que pode ser aplicada a vários setores produtores de CO<sub>2</sub>, incluindo a indústria cerâmica. No entanto, as instalações de produção de cerâmica em Portugal são geralmente de pequena dimensão e inadequadas para a instalação de dispendiosas instalações de captura de CO<sub>2</sub>.

### **2. Qual a quantidade de CO<sub>2</sub> que se espera que seja armazenada na Bacia Lusitaniana?**

Os cenários desenvolvidos no projeto STRATEGY CCUS indicaram que entre 61-70 Mt de CO<sub>2</sub> deveriam ser armazenados na Bacia Lusitaniana até 2050. Estes cenários incluem apenas as fontes situadas na área de Setúbal a Coimbra, com captura instalada nos setores do cimento e da cal, do vidro, e da pasta e papel.

### **3. Que restrições irá um poço de injeção de CO<sub>2</sub> implicar nas atividades piscatórias?**

Será definida uma zona de proteção do poço de injeção em que atividades como a pesca de arrasto serão restringidas. Compete à DGEG, ouvidos os demais organismos competentes, e tendo em conta os impactos noutras atividades, estabelecer os limites da zona de segurança de acordo com o DL60/2012. A localização e coordenadas dessa zona de proteção, que se antecipa de reduzida dimensão e impacto negligenciável na atividade piscatória, estarão disponíveis ao público.

#### **4. Como é que um poço de injeção offshore de CO<sub>2</sub> irá afetar a paisagem?**

O impacto das instalações de armazenamento na paisagem é mínimo. O equipamento de injeção geralmente tem uma área de alguns metros quadrados. Os poços de injeção de CO<sub>2</sub> para armazenamento subterrâneo não causam nenhum impacto na paisagem. Contudo, pequenas plataformas offshore podem ser necessárias durante o período operacional de injeção de CO<sub>2</sub>.

#### **5. Quantos poços de injeção seriam necessários?**

O número de poços necessários dependerá das características geológicas dos locais e do volume de CO<sub>2</sub> a injetar. O projeto PilotSTRATEGY prevê apenas um poço como piloto de injeção de CO<sub>2</sub>, mas serão efetuados estudos numéricos detalhados para otimizar o número de poços que podem vir a ser necessários para o armazenamento de CO<sub>2</sub> à escala comercial.