

MEIOS PARA A DIMINUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO NA ATMOSFERA, UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

**RAFAEL MIRITZ BARTZ¹; Ana Clara Marins Mendes²; Rubiane Buchweitz Fick³;
Daniele Martin Sampaio⁴; Jéssica Torres dos Santos⁵; MAURIZIO SILVEIRA
QUADRO⁶**

¹Universidade Federal de Pelotas 1 – rafaelmiritz@gmail.com 1

² Universidade Federal de Pelotas 2 – anaclaramarinsmendes@gmail.com 2

² Universidade Federal de Pelotas 3 – rubianebfick1@gmail.com 3

² Universidade Federal de Pelotas 4 – daniele.sampaio@ufpel.edu.br 4

² Universidade Federal de Pelotas 5 – jessica_jesantos@hotmail.com 5

³ Universidade Federal de Pelotas 6 – mausq@hotmail.com 6

1. INTRODUÇÃO

O dióxido de carbono é um gás atmosférico, formado por uma molécula de carbono e duas de oxigênio, essencial para a vida terrestre, onde as plantas captam este gás durante a fotossíntese e liberam oxigênio. Todavia, por mais que seja um gás natural da atmosfera, seu excesso na atmosfera, causado pela queima de combustíveis fósseis, pode causar grandes impactos no clima, fauna e flora do planeta. A concentração de dióxido de carbono na atmosfera está chegando a níveis alarmantes, passando de 340 ppm (partes por milhão) em 1980, para uma concentração de 412,3 ppm no ano de 2020 (IE Global, 2018).

O dióxido de carbono é um dos gases do efeito estufa mais abundantes e conforme o aumento da sua concentração, também ocorre o aumento da temperatura média do planeta. No ano de 2024, a temperatura média do planeta em relação a níveis pré-industriais estava 1,5°C maior (World Meteorological Organization, 2025). O aumento da temperatura média do planeta causa um desequilíbrio no clima mundial, causando diversos impactos ambientais, como mudanças climáticas e aumento na frequência de eventos extremos, como ciclones, furacões, secas e inundações (Houghton, 2005).

Tendo em vista a problematização que elevadas concentrações de CO₂ podem trazer para a sociedade, esforços têm sido tomados por entidades governamentais. No ano de 2015 foi firmado um acordo entre 186 países, para limitar o aumento médio da temperatura em 1,5°C, no mesmo ano foram definidos os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) pelas Nações Unidas, evidenciando as ODS 3 (saúde e bem-estar) e 13 (ação climática) que estão relacionadas com as emissões de gases do efeito estufa, mais especificamente, o dióxido de carbono (Unidas, 2015a; b).

Com o objetivo de mitigar as concentrações elevadas de (CO₂), ao longo dos anos vem surgindo técnicas e tecnologias para realizar a captura, sequestro e armazenamento de carbono, proveniente do gás dióxido de carbono. Diante disso, é fundamental realizar uma revisão bibliográfica sistêmica sobre o assunto, trazendo à tona detalhes importantes sobre as técnicas e tecnologias sobre a captura de carbono e as perspectivas para o futuro.

2. METODOLOGIA

Para a realização da revisão foi utilizada uma abordagem bibliográfica para examinar as tecnologias e técnicas adotadas para a captura de carbono evidenciando seus potenciais e limitações até o presente momento. A busca por trabalhos acadêmicos foi realizada em sua totalidade na plataforma “Scopus”. A busca inicial consistiu na pesquisa por artigos revisados por pares, capítulos de livros e relatórios que foram publicados no período de 2015 até o ano de 2025. Foram utilizadas as seguintes palavras chaves: “carbon capture” OU “carbon neutrality” OU “Carbon dioxide capture technologies” OU “Carbon absorption”. Foram selecionados os trabalhos que apresentavam técnicas ou processos de captura de carbono para serem apresentados neste trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de captura de carbono pode ser realizado de diferentes formas, e em diferentes momentos de operação. O carbono pode ser eliminado de misturas gasosas em dois momentos, antes ou depois da combustão de combustíveis fósseis (López, Díaz e González-Pérez, 2018). Sistemas pré-combustão para captura de carbono são utilizado para a geração de monóxido de carbono, hidrogênio e gás combustível (Alonso *et al.*, 2017). Já a captura de carbono pós-combustão é realizada em gases de chaminés, após a queima de material feito de carbono ou de combustíveis fósseis.

O dióxido de carbono pode ser separado por diferentes processos, como absorção física e química, adsorção, tecnologia de membrana, separação criogênica e por sistemas de microalgas. A separação por absorção física é realizada por dois estágios principais. O gás contendo dióxido de carbono é colocado em contato com um fluxo de solvente, onde o solvente captura o dióxido de carbono fisicamente, tal processo é realizado em altas pressões e baixas

temperaturas, em seguida ocorre o *strippig*, onde o solvente saturado com dióxido de carbono é aquecido, para produzir um novo solvente e liberar o dióxido de carbono (Wilberforce *et al.*, 2019). O solvente que vem mostrando mais potencial de uso são os solventes eutético profundo, sendo uma mistura formada por um aceitador de ligação de hidrogênio ligado por hidrogênio com um doador de ligação de hidrogênio, sendo solventes de baixo custo, com nenhuma ou baixa toxicidade, estáveis e estruturas ajustável (Zheng *et al.*, 2025).

Outro método é a adsorção, que é ligeiramente diferente da absorção pois na adsorção são criadas conexões físicas e químicas entre o dióxido de carbono e a superfície do adsorvente (Wilberforce *et al.*, 2019). Para que ocorra o rompimento das ligações entre o dióxido de carbono e o material adsorvente é realizada a adsorção por oscilação de pressão (PSA) ou adsorção por oscilação de temperatura (TSA), onde ocorre uma variação brusca de pressão ou temperatura no sistema, que rompe as ligações, regenerando o material adsorvente. Os adsorventes físicos mais conhecidos são as zeólitas e os solventes de amina (Jiang *et al.*, 2015).

Tais métodos necessitam que o dióxido de carbono seja convertido em outro produto após sua concentração, ou que seja transportado por meio de oleodutos e ou enviado para armazenamento (Nocito e Dibenedetto, 2020). Atualmente o dióxido de carbono está sendo armazenado no subsolo, em campos de petróleo e gás esgotados que normalmente estão localizados a vários quilômetros abaixo da superfície terrestre (Hoteit, Fahs e Soltanian, 2019).

Uma outra abordagem para a captura de dióxido de carbono são os sistemas de microalgas. As microalgas possuem alta capacidade de fixação de dióxido de carbono, e liberando oxigênio através da fotossíntese, possuem um crescimento rápido, grande capacidade de se adaptar a diferentes ambientes de cultivo e grande biodiversidade de espécies (Wang *et al.*, 2025). Gerando no final do crescimento das microalgas, uma biomassa rica em lipídios, proteínas, polissacarídeos dependendo da espécie microalgal, podendo ser utilizada como insumo para outros produtos industriais (Cheah *et al.*, 2015; Venkata Subhash *et al.*, 2017).

4. CONCLUSÕES

A captura total de dióxido de carbono que é gerado pela queima de combustíveis fósseis está longe de ser alcançado. Porém o avanço nas tecnologias

e para captura e armazenamento de carbono vem se tornando cada vez mais implementado nos grandes centros industriais. Além disso a utilização das microalgas para a fixação de dióxido de carbono traz uma nova vertente para captura e armazenamento de carbono, se mostrando um meio mais versátil e vantajoso comparado com os demais.

Todavia, para que seja alcançado os objetivos globais de mitigação do dióxido de carbono na atmosfera as tecnologias devem ser utilizadas em conjunto para que seja feito o balanço de vantagens e limitações entre as tecnologias.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, A. *et al.* Critical review of existing nanomaterial adsorbents to capture carbon dioxide and methane. **Science of The Total Environment**, v. 595, p. 51–62, out. 2017.
- CHEAH, W. Y. *et al.* Biosequestration of atmospheric CO₂ and flue gas-containing CO₂ by microalgae. **Bioresource Technology**, v. 184, p. 190–201, maio 2015.
- HOTEIT, H.; FAHS, M.; SOLTANIAN, M. R. Assessment of CO₂ Injectivity During Sequestration in Depleted Gas Reservoirs. **Geosciences**, v. 9, n. 5, p. 199, 5 maio 2019.
- HOUGHTON, J. Global warming. **Reports on Progress in Physics**, v. 68, n. 6, p. 1343–1403, 1 jun. 2005.
- IE GLOBAL. Energy & CO₂ status report. **Int Energy Agency**, 2018.
- JIANG, G. *et al.* A new mesoporous amine-TiO₂ based pre-combustion CO₂ capture technology. **Applied Energy**, v. 147, p. 214–223, jun. 2015.
- LÓPEZ, R.; DÍAZ, M. J.; GONZÁLEZ-PÉREZ, J. A. Extra CO₂ sequestration following reutilization of biomass ash. **Science of The Total Environment**, v. 625, p. 1013–1020, jun. 2018.
- NOCITO, F.; DIBENEDETTO, A. Atmospheric CO₂ mitigation technologies: carbon capture utilization and storage. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 21, p. 34–43, fev. 2020.
- UNIDAS, N. UN. Paris Agreement. 2015a.
- _____. **UN. Sustainable Development Goals**. Disponível em: <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>>. Acesso em: 13 fev. 2025b.
- VENKATA SUBHASH, G. *et al.* Carbon streaming in microalgae: extraction and analysis methods for high value compounds. **Bioresource Technology**, v. 244, p. 1304–1316, nov. 2017.
- WANG, Z. *et al.* Structure-guided valorization of microalgal biomass for renewable and versatile applications. **Bioresource Technology**, v. 437, p. 133123, dez. 2025.
- WILBERFORCE, T. *et al.* Outlook of carbon capture technology and challenges. **Science of The Total Environment**, v. 657, p. 56–72, mar. 2019.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **State of the Global Climate 2024**. Geneva: [s.n.].
- ZHENG, Q. *et al.* Absorption characteristics of amine-based deep eutectic solvents for CO₂ capture. **Separation and Purification Technology**, v. 378, p. 134654, dez. 2025.