

PROCESSO DE SEPARAÇÃO DE CO₂ DE CORRENTES DE GÁS NATURAL POR ABSORÇÃO COM MONOETANOLAMINA-MEA

Fernanda dos Santos Cardoso¹; Gabriel Malgaresi²; Reinaldo Coelho Mirre³

¹Graduanda em Engenharia Química; Iniciação científica – PRH 27.1 – Exploração, desenvolvimento e produção de petróleo, gás natural e biocombustível – ANP; fernanda.cardoso@aln.senaicimatec.edu.br

²Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; gabriel.malgaresi@fieb.org.br

³Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; reinaldo.mirre@fbter.org.br

RESUMO

A intensificação das fiscalizações do cumprimento das políticas de mitigação de emissão de gases de efeito estufa e o crescimento dos segmentos que utilizam o gás natural (GN) como fonte energética reativaram a demanda de GN. Porém, para que o gás natural seja comercializado, em sua composição deve conter um teor mínimo de dióxido de carbono (CO₂) previsto em norma, fazendo-se necessário a utilização da técnica de separação de CO₂ da corrente de gás natural. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi realizar uma breve revisão da literatura sobre os métodos de remoção de CO₂ de corrente de gás natural, no qual o método de absorção foi evidenciado. Tendo como base os estudos realizados, verificou-se que a tecnologia de absorção com soluções de monoetanolamina (MEA) é a mais utilizada atualmente, visto a sua viabilidade e aplicabilidade industrial.

PALAVRAS-CHAVE: Separação; CO₂; absorção; monoetanolamina.

1. INTRODUÇÃO

O gás natural (GN) é uma mistura de hidrocarbonetos leves, sendo essencialmente composto por metano (CH₄), etano (C₂H₆) e propano (C₃H₈). O GN assim como o petróleo resulta da degradação da matéria orgânica, fósseis de animais e plantas pré-históricas. Portanto, pode ser extraído tanto de forma natural durante o processo de exploração e de refino do petróleo, assim como de forma sintética por meio da queima no processo da gaseificação de carvão.¹

Além disso, o gás natural pode ser classificado em duas categorias: gás associado e gás não associado. O gás associado é aquele que se encontra dissolvido no petróleo, já o gás não associado é encontrado no estado de gás nas condições de reservatório.² Logo, devido ao menor impacto gerado ao meio ambiente, o GN tornou-se uma grande fonte energética, sendo utilizado em três principais segmentos: automotivo, comercial e industrial.³

Entretanto, para que o gás natural seja comercialmente aceito, o teor de CO₂ na sua composição deve ser de 3% v/v, pois o gás carbônico se comporta como um contaminante, promovendo modificações nas propriedades do GN.⁴ Sendo assim, alguns métodos de separação de CO₂ foram desenvolvidos, buscando melhorar a eficiência de remoção de dióxido de carbono, e por consequência melhorar a qualidade do gás natural fornecido, a redução da emissão de gases do efeito estufa e a possibilidade de um reaproveitamento ou uma nova rota para o GN, que anos atrás era queimado e desperdiçado.

Dessa forma, este projeto tem como objetivo fazer uma revisão da literatura para compreender os métodos de separação de CO₂ de corrente de gás natural, dando ênfase ao estudo do método de absorção com monoetanolamina.

2. METODOLOGIA

Nesse projeto foi realizado uma revisão da literatura, na qual buscou-se compreender as técnicas de separação de CO₂ de correntes de gás natural, com o objetivo de analisar as informações acerca da temática trabalhada. Dessa forma, o estudo teve abordagens qualitativas pautadas em um levantamento bibliográfico, utilizando artigos que datam um período de 2007 a 2023, baseando-se em palavras-chave como: separação, CO₂, métodos, entre outras.

Sendo assim, após realizar uma pesquisa bibliográfica a respeito dos processos de separação de dióxido de carbono, foi evidenciado o método de remoção por absorção com monoetanolamina – MEA, devido sua viabilidade e aplicabilidade industrial. Em seguida, foram observadas as diferentes formas que o processo de absorção é representado na literatura através de fluxogramas e os parâmetros que são utilizados normalmente para os fluidos de entrada e saída do processo.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em decorrência do aumento da produção e exploração do gás natural, tendo em vista que normalmente o gás produzido apresenta altos teores de contaminantes, principalmente altas concentrações de CO₂, estudos são desenvolvidos em busca da melhor forma de separar os gases poluentes da corrente de gás natural. Onde, os motivos que levam a realizar essa separação são a prevenção da formação de hidratos, redução da toxicidade do GN e o atendimento das especificações de qualidade e regulações ambientais para venda.⁵

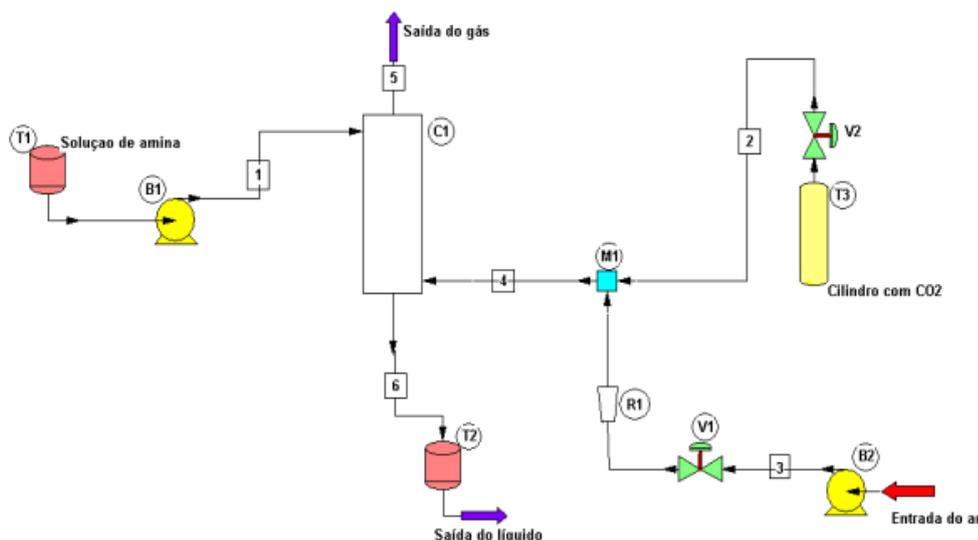
Há diversos métodos de separação de CO₂ de gás natural, os principais métodos baseiam-se em cinco técnicas, sendo elas: (i) absorção (química e física); (ii) adsorção em sólidos; (iii) separação criogênica; (iv) permeação por membranas; e (v) conversão química. Podendo ser utilizados tanto de forma individualizada como de forma híbrida, que são processos que combinam mais de uma técnica de separação.⁶

Neste projeto, a separação por absorção será o método de estudo, uma vez que é a tecnologia mais madura para captura de CO₂ e vem sendo bastante empregada na indústria.⁷ A técnica de absorção consiste na transferência de um componente presente na fase gasosa para a fase líquida, podendo ser classificada em: absorção física quando o contaminante da corrente gasosa tem maior solubilidade na solução do que os outros componentes e absorção química quando ocorre através de uma reação química entre o componente gasoso absorvido e os componentes da fase líquida.⁸

Entre os absorventes mais utilizados para depurar gases ácidos como o CO₂, destaca-se o uso da monoetanolamina – MEA, que é ao mesmo tempo um composto orgânico, um álcool primário e uma amina primária, produzido pela reação de óxido de etileno com amônia aquosa.⁹ Dessa forma alguns pontos que fazem com que a monoetanolamina seja utilizada são: sua maior seletividade para a captura do CO₂, maior reatividade, baixa pressão de vapor que permite seu uso em altas concentrações e grande capacidade de purificação de gases e bases fracas, mesmo quando utilizada em operações a pressão ambiente.¹⁰

Dessa forma, o processo de separação de CO₂ por absorção com MEA é realizado normalmente em uma coluna de absorção, conforme pode ser visto na Figura 1, onde ocorre a reação do CO₂ com um ou mais constituintes da monoetanolamina, que é utilizada como absorvente no processo, solubilizando o dióxido de carbono. Além do MEA, há outras aminas que podem ser utilizadas, porém para determinar a capacidade de absorção do solvente, depende da pressão parcial do gás na unidade de absorção. Para a absorção química, a pressão parcial do gás é determinada pelo equilíbrio químico do sistema.⁷

Figura 1 – Exemplo de fluxograma de processo do sistema de absorção de CO₂¹¹



Como pode ser visto, as condições operacionais são fundamentais para o desempenho do processo de absorção, como por exemplo: pressão, temperatura, composição do gás e taxa de pureza desejada. Essas condições, que permite também a escolha do melhor ou dos melhores solventes a serem utilizados. Dessa forma, a escolha da amina a ser utilizada é indispensável quando se avalia uma otimização do processo, visto que quanto melhor os índices de absorção, calor de reação, razão de taxa de circulação, entre outros, menor serão os custos operacionais.⁷

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os resultados dos estudos disponíveis na literatura sobre separação de CO₂ de corrente de gás natural por meio da técnica de absorção por monoetanolamina – MEA, pode-se verificar que a absorção com solventes químicos é uma técnica consolidada. Apresentando eficiência no processo de absorção de CO₂ e que vem sendo utilizada durante vários anos em escala industrial, porém, devido ao alto consumo energético que o processo exige, pesquisas vêm sendo desenvolvidas a fim de propor melhorias ao processo e expandir o conhecimento dos fenômenos físico-químicos envolvidos nesse método de separação.

Agradecimentos

Aos meus orientadores por todo apoio ao longo da elaboração do projeto. Além disso, gostaria de agradecer o Programa de Recursos Humanos – (PRH 27.1), a ANP, a Finep e o SENAI CIMATEC pela disponibilização da oportunidade da bolsa de estudos.

5. REFERÊNCIAS

- ¹**Processamento de Gás Natural.** <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-de-derivados-de-petroleo-e-processamento-de-gas-natural/processamento-de-gas-natural#:~:text=G%C3%A1s%20natural%20%C3%A9%20uma%20subst%C3%A2ncia,com%20teores%20a%20baixo%20de%20%25.> 2023.
- ²SANTOS, E. M, et al. **Gás natural: a construção de uma nova civilização.** São Paulo, 2007.
- ³**Consumo de gás natural aumentou 6,9% no primeiro trimestre, aponta Abegás.** <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/consumo-de-gas-natural-aumentou-69-no-primeiro-trimestre-aponta-abegas/>.
- ⁴SANTOS, D. S. **Análise comparativa de tecnologias de separação de CO₂ no processamento de gás natural.** Rio de Janeiro, 2014.
- ⁵MARTINS, P. R. L. **Avaliação do processo de absorção de CO₂ com aminas utilizando HYSYS.** Rio de Janeiro, 2011.
- ⁶ARAÚJO, O. Q. F; MEDEIROS, J. L. **Análise de tecnologias para separação de CO₂ em plataformas offshore: absorção física por líquidos iônicos, absorção química por aminas e permeação por membranas,** 2018.
- ⁷CARVALHO, L. S, et al. **Estudo da tecnologia de separação do CO₂ de gases industriais por absorção com monoetanolamina – MEA.** Campinas - São Paulo, 2007.
- ⁸MELLO, L. C. **Estudo do processo de absorção de CO₂ em soluções de aminas empregando-se coluna recheada.** São Paulo, 2013.
- ⁹**Monoetanolamina (MEA).** São Paulo. <https://www.trichem.com.br/produtos/quimicos-industriais/monoetanolamina/>.
- ¹⁰Zaragoza A. **Monoetanolamina, o que é e para que se destina?** 2021.
- ¹¹LAFER, M. Z. **Estudo da absorção de CO₂ em aminas: avaliação das demandas térmicas para uma coluna de escala industrial.** São Paulo, 2011.