Gestão:

Reunião de Acompanhamento e Avaliação - RAA 2026

MODELAGEM E ESTUDO EXPERIMENTAL DO PROCESSO DE ADSORÇÃO POR MODULAÇÃO DE CORRENTE ELÉTRICA (ESA) PARA BENEFICIAMENTO DO GÁS NATURAL

Santos, A. L. N. [1]; Bastos, L. S. [2]; Pontes, K. V. [3]; Vieira de Melo, S. A. B.[4]

[1]Bolsista do PRH 41/UFBA, Doutorado em Engenharia Industrial, Salvador – BA. E-mail: ana.nogueira@ufba.br

[2] Pesquisadora do LABCO2 UFBA, Salvador – BA. E-mail: ladislane@ufba.br

[3] Docente de Engenharia Química da Universidade Federal da Bahia, Salvador – BA. E-mail: karenpontes@ufba.br

[4] Docente de Engenharia Química da Universidade Federal da Bahia, Salvador – BA. E-mail: sabvm@ufba.br

Introdução

Reservatórios de pré-sal têm alta concentração de CO_2 (até 70% mol) [1]

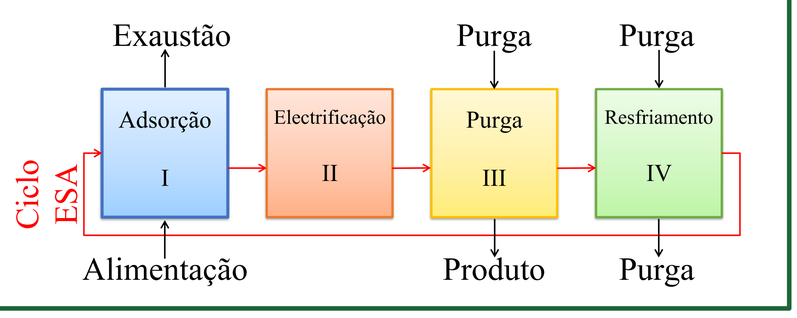
Legislação exige máximo de 3% mol de CO_2 para comercialização do gás natural [2]

Tecnologias de separação

Adsorção

Requer menos energia e mais segura para separação de CO_2 *offshore*

Adsorção por modulação de corrente elétrica (ESA)



Metodologia

Experimento



Figura 1 – Sistema de Adsorção Cíclica do LABCO$_2$ / UFBA

Modelo [3]

MASSA: Fase fluida; Fase sólida; Linear Driving Force

ENERGIA: Fase fluida; Parede; Fase sólida

MOMENTO

ESA

Software

gPROMS

Colocação ortogonal em elementos finitos

Leito fixo

Parâmetros termodinâmicos e de transferência de massa e calor → correlações da literatura

Resultados

Esperados

- Caracterização textural, isotermas e dados cinéticos dos novos materiais adsorventes;
- Modelagem e simulação das curvas de ruptura para adsorção de CO_2;
- Levantamento de dados experimentais de curva de ruptura;
- Modelagem e simulação da operação cíclica da ESA;
- Levantamento de dados para operação cíclica da ESA no sistema de adsorção cíclica.

Resultados

Obtidos

- Isotermas preditas para 303 K usando modelos ajustados de Langmuir dependentes da temperatura para carvão ativado de caroço de cajá e material híbrido (50% zeólita X e 50% carvão ativado em massa).

Isoterma predita a 303 K

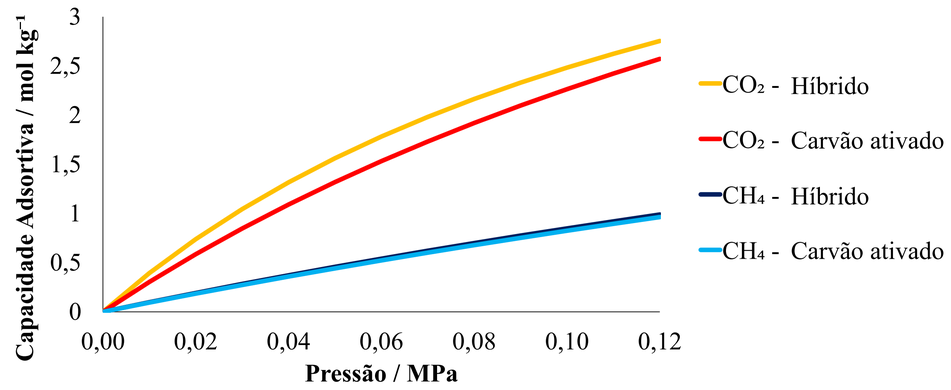


Figura 2 – Isotermas de adsorção de CO_2 e CH_4 usando os parâmetros para o modelo de Langmuir a 303 K para o material híbrido e o carvão ativado.

- Dados de isoterma + densidade aparente → predição das curvas de ruptura (mistura equimolar de CO_2 e CH_4 com vazão de 50 sccm a 303 K e 0,1 MPa para o sistema de adsorção cíclica).

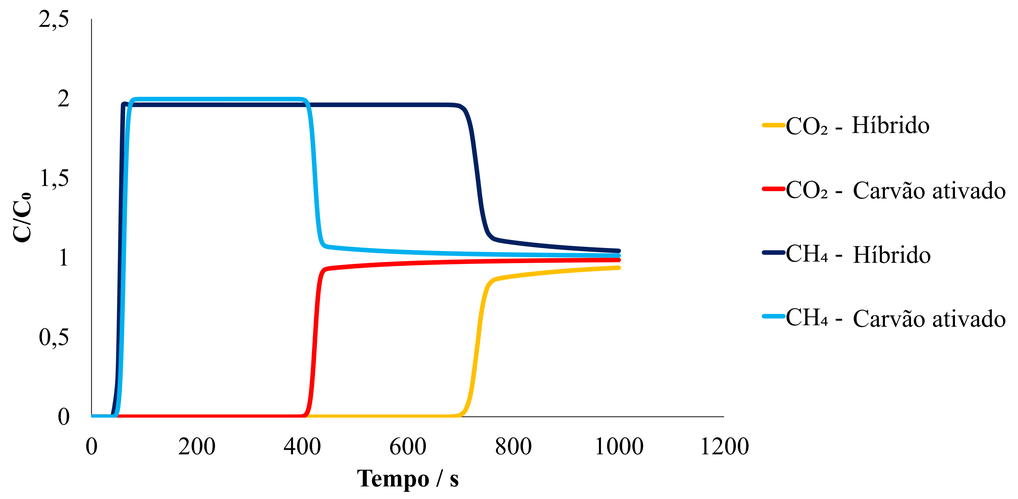


Figura 3 – Curvas de ruptura preditas para adsorção de mistura equimolar de CO_2 e CH_4 no material híbrido e no carvão ativado usando o modelo validado [4].

- Experimento no sistema de adsorção cíclica → mistura equimolar de CO_2 e N_2 com vazão de 50 sccm a 303 K e 0,1 MPa → carvão ativado de caroço de cajá + PANI (aplicação ESA).

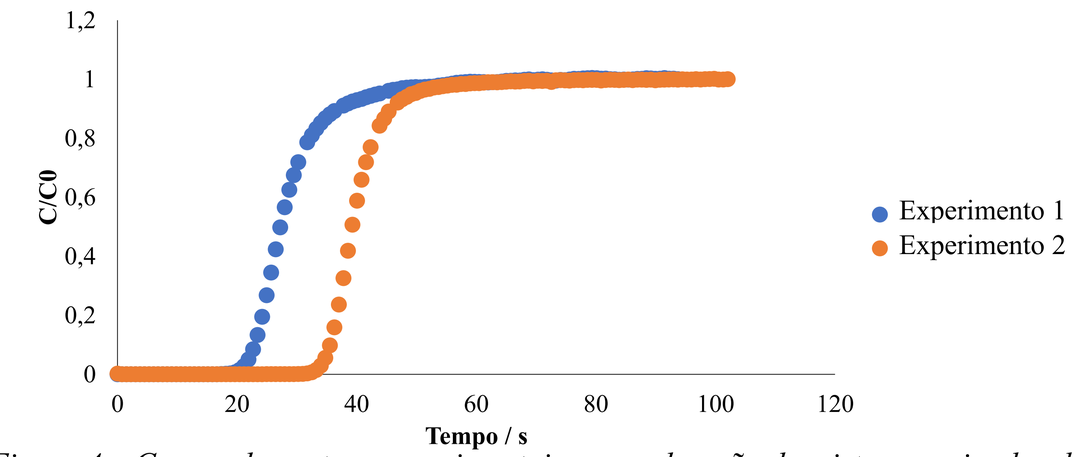


Figura 4 – Curvas de ruptura experimentais para adsorção de mistura equimolar de CO_2 e N_2 no carvão ativado com PANI.

Conclusões

- As curvas preditas têm comportamento próximo ao ideal, não visto no experimento. A presença da zeólita resulta num tempo de ruptura maior pela seletividade ao CO_2. Futuramente, a ideia é usar simulações para comparar com experimentos e planejá-los.

Referências:

[1] ROCHEDO et al., 2016. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.05.033

[2] RESOLUÇÃO ANP Nº 982. Diário Oficial da União, 21 maio 2025

[3] DA SILVA, F. A, 1999. Cyclic Adsorption Processes: Application to Propane / Propylene Separation. Universidade de Porto.

[4] SILVA, B. et al., 2013. DOI: 10.1016/j.seppur.2013.08.024

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), através do Programa de Recursos Humanos em Descarbonização e Transformação Digital para Indústria de Petróleo e Gás da Universidade Federal da Bahia (PRH 41/UFBA), sob a gestão da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 2025/03627-1.