

DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL DE UM MÓDULO PARA FOTOCONVERSÃO DE CO₂ EM MEIO AQUOSO

Pedro Henrique Pazim da Silva (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Alexandro da Silva Alves (Coorientador), Marcos de Souza (Orientador). E-mail: msouza2@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá-PR.

Área e subárea do conhecimento: Engenharia / Engenharia Química

RESUMO

A comunidade científica vem se mobilizando cada vez mais para alertar os líderes mundiais sobre o aumento acelerado da concentração de dióxido de carbono na atmosfera e biota aquática. Na busca de novas tecnologias, esse trabalho tem como proposta um módulo experimental para conversão do CO₂ com recirculação da solução suporte. Com o módulo montado, foram realizados estudos do comportamento fluidodinâmico, capacidade de saturação do gás na solução, vazão e estabilidade do filme de Cu₂O. Nos ensaios, houve retenção de CO₂ livre entre 5,0 e 7,0 g na solução suporte e sob pH ~7,0 o filme de Cu₂O apresentou modificação na superfície. Diante das condições iniciais envolvidas, foi obtido uma quantidade de CO₂ superior a muitos sistemas em batelada disponíveis nos estudos de bancada.

Palavras-chaves: Fotocatálise; Conversão de CO₂; Fotorreator.

INTRODUÇÃO

O aumento das concentrações de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, intensificado desde a revolução industrial, é um tema central nas discussões sobre mudanças climáticas. Esse crescimento, impulsionado principalmente pela queima de combustíveis fósseis devido ao aumento populacional e à demanda energética, tem efeitos significativos no clima e nos ecossistemas (BRESCIANI, 2018).

Na busca por alternativas que ajudem a minimizar esses impactos, o reaproveitamento de CO₂ está surgindo como uma solução promissora, com a conversão do gás em produtos de maior valor agregado, como os combustíveis. Para Sousa (2019), as chamadas tecnologias de captura de carbono e utilização de CO₂ (CCU), não só pode reduzir as despesas associadas ao transporte e armazenamento inerentes ao processo de captura e sequestro de CO₂ (CCS) como também transformar o que é um resíduo em produtos com potencial energético. Dentro desse contexto, observa-se uma

crescente demanda por tecnologias eficientes para a redução de CO₂ com geração de novos produtos de interesse econômico.

MATERIAIS E MÉTODOS

Planejamento, desenvolvimento e montagem do módulo

Foi realizada uma pesquisa na literatura direcionada aos fotorreatores utilizados para redução de CO₂ em meio aquoso. Com base nas análises obtidas durante a pesquisa foi definida a proposta de um novo modelo experimental. Com isso, iniciou-se a etapa de desenvolvimento utilizando materiais adequados e acessíveis, com montagem completa do módulo ao final dessas etapas.

Estudo de condições iniciais do processo

Com o módulo, foram analisados o comportamento fluidodinâmico da solução suporte de Na₂CO₃, sob variação da vazão; a capacidade e tempo de retenção de CO₂ na solução suporte, com coletas de alíquotas da solução, antes e após a saturação do meio com CO₂, usando Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater para quantificação de CO₂ total e livre.

Ensaio fotocatalítico com uso de Ti/Cu₂O como fotocatalisador

A técnica de fotocatalise para a reação de conversão do CO₂ foi conduzida no fotorreator, sendo irradiado internamente por uma fonte luminosa, sob fluxo constante contendo o Ti/Cu₂O como fotocatalisador. Inicialmente, realizou-se o borbulhamento de CO₂ gasoso na solução suporte por 20 min para a saturação do meio. Durante o processo, foram coletadas alíquotas líquidas e gasosas para acompanhamento de possíveis compostos formados pela redução do CO₂, com identificação por meio das técnicas de cromatografia e espectrometria de UV/Vis (BRITO et al, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O fotorreator foi desenvolvido com dois compartimentos, **Figura 01**, um para reação química e outro para alimentação de CO₂, adaptado para aplicações fotocatalíticas e fotoeletrocatalíticas. O uso de dois compartimentos com recirculação é uma proposta para reduzir reações indesejadas que possam consumir o produto final, além de melhorar a solubilidade do CO₂. Para evitar o acúmulo de pressão interna, o módulo foi adaptado com válvulas de escape (**Figura 01-2G**).

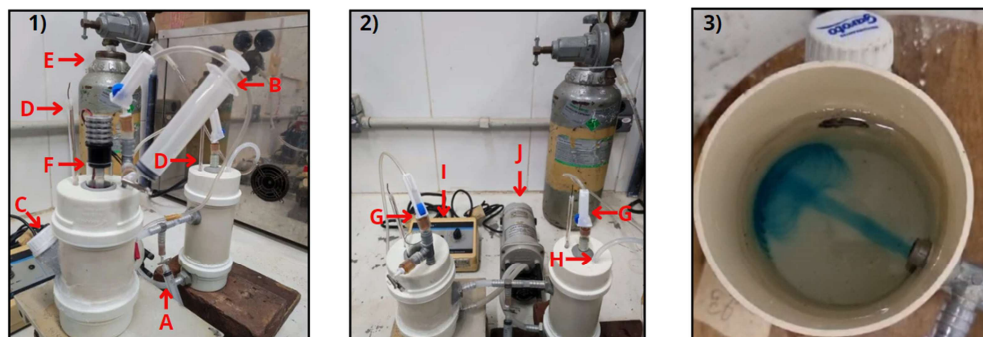


Figura 01 – Demonstração do módulo (1) e (2) com estudo fluidodinâmico (3). A) Coleta de amostras líquida e B) gasosa; C) Adaptação para eletrodo de referência e D) contraeletrodo para fotoeletrocatalise; E) Cilindro de CO₂; F) Fonte de luz; G) Válvulas de segurança; H) Entrada para CO₂; I) Controlador de vazão e J) Bomba peristáltica.

O compartimento onde ocorre a reação foi projetado em uma proporção menor para melhorar o contato e interação do CO₂ na superfície do filme de Cu₂O. No teste com traçador (**Figura 01-3**) foi possível definir a posição mais adequada para o fotocatalisador dentro do compartimento de reação, proporcionando melhor dispersão das correntes de entrada em torno da placa de trabalho.

Para a alimentação de CO₂ foram testadas vazões de 60, 160 e 240 mL/min na recirculação de Na₂CO₃ à 0,1 mol/L. Na menor vazão, o pH se manteve constante em 6,82 com 20 minutos de injeção, contendo 13,31 g de CO₂ total e 5,24 g de CO₂ livre. Nas vazões intermediária e máxima o pH se manteve constante em 6,75 com 12 minutos, mas ao final de 20 min de saturação apresentou 16,85 g de CO₂ total e 6,91 g de CO₂ livre.

O sistema operou em batelada com recirculação de solução, em pH ~7,0 e pH ~10,0, para promover uma melhor transferência de massa quando comparados a outros modelos em batelada de bancada. Sob pH~7,0 foi observado modificação na superfície dos fotocatalisadores nos primeiros ensaios de 180 min, **Figura 02**.

Na fotoconversão de CO₂, os espectros de UV não apresentaram respostas próximas a 280 nm, relativa ao grupamento carbonila, que pode ser atribuída a aldeídos e cetona nas amostras aquosas. Possivelmente, não houve redução do CO₂, uma vez que nas amostras gasosas foram identificados apenas CO₂ e ar, sem qualquer outro produto intermediário de reação. Podemos sugerir, que a luz irradiada no catalisador não apresentou potência suficiente para ativação do filme de Cu₂O e ocorrência da reação.

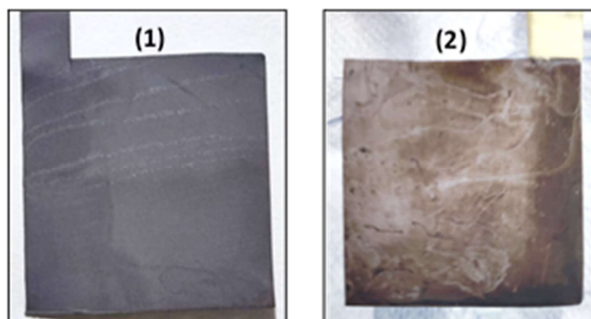


Figura 02: Fotocatalisador de Ti/Cu₂O com (1) 00min e (2) 180min de fotocatalise.

CONCLUSÕES

O aumento da vazão também aumentou a dissolução de CO₂ livre na solução suporte, variando de 5,0 a 7,0 g. Todos os filmes de Cu₂O utilizados sob pH ~7,0 sofreram degradação. A composição das amostras analisadas não apresentou indícios de possível reação química.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à UEM, à Fundação Araucária, à CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro disponibilizado para a realização dessa pesquisa, bem como aos meus orientadores pelo apoio e motivação.

REFERÊNCIAS

BRITO, J. et al. Evaluation of the Parameters Affecting the Photoelectrocatalytic Reduction of CO₂ to CH₃OH at Cu/Cu₂O Electrode. **International Journal of Electrochemical Science**, v. 9, p.5961-5973, 2014.

BRESCIANI, L. **Estudo da conversão fotoeletrocatalítica de biometano e CO₂ em biohidrogênio e outros produtos combustíveis**. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2018.

SOUSA, M. **Redução Eletroquímica do Dióxido de Carbono**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química e Bioquímica) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2019.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20ªed. Washington, DC: APHA, 1998.