

Síntese de catalisador e adsorvente a partir de resíduos sólidos

Catalyst and adsorbent synthesis from solid waste

Bruna Aparecida de Castro*, **Rubiane Ganascim Marques†**, **Ana Maria Ferrari Lima‡**

RESUMO

Os efluentes líquidos descartados sem tratamento adequado geram grandes problemas ambientais, sendo necessário a elaboração de tratamentos eficientes para esses. Os objetivos deste trabalho foram a síntese de um catalisador composto de carvão ativado e ferro, partindo de matérias-primas recicladas, para aplicação no processo de oxidação catalítica com peróxido de hidrogênio (*CWPO*). A metodologia utilizada para a recuperação do ferro foi a digestão do resíduo de areia de fundição com ácido seguido da oxidação dos íons Fe^{2+} e a precipitação dos íons de ferro (III) com hidróxido de amônio, seguido da separação do ferro com auxílio de um ímã. Para a síntese do carvão foi realizada a carbonização do resíduo de algodão com a presença de ferro em atmosfera inerte, posteriormente metade do carvão produzido foi ativado com hidróxido de potássio. A adsorção do corante Turquesa Quinacryl foi realizada em duas amostras, com carvão ativado e não ativado, seguida da adição de peróxido de hidrogênio para realizar a oxidação. A recuperação do ferro foi satisfatória para os fins da pesquisa. A síntese de carvão teve rendimento de 29,67%. O resultado da oxidação catalítica com H_2O_2 teve resultados melhores do que as demais amostras.

Palavras-chave: Ferro, carvão, resíduos sólidos.

ABSTRACT

Liquid effluents discarded without proper treatment generate major environmental problems, requiring the development of efficient treatments for them. The objectives of this work were the synthesis of a catalyst composed of activated carbon and iron, starting from recycled raw materials, for application in catalytic wet hydrogen peroxide oxidation (*CWPO*). The methodology used for iron recovery was the digestion of the foundry sand residue with acid followed by the oxidation of Fe^{2+} ions and the precipitation of the iron (III) ions with ammonium hydroxide, followed by the separation of the iron with the aid of a magnet. For the synthesis of charcoal, the carbonization of the cotton residue was carried out with the presence of iron in an inert atmosphere, then half of the charcoal produced was activated with potassium hydroxide. Adsorption of the Turquoise Quinacryl dye was performed on two samples, with activated and non-activated carbon, followed by the addition of hydrogen peroxide to carry out oxidation. Iron recovery was satisfactory for research purposes. The charcoal synthesis had a yield of 29.67%. The result of catalytic wet hydrogen peroxide oxidation had better results than the other samples.

Keywords: Iron, coal, solid waste.

1 INTRODUÇÃO

Os efluentes líquidos descartados sem tratamento adequado geram grandes problemas ambientais. A oxidação catalítica por via úmida (*CWPO*) se destaca como um processo avançado de tratamento de efluentes líquidos, pois apresenta baixo custo operacional em condições mais aprazíveis comparada a outros processos

* Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil; brunadelmari@gmail.com

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana; rubianemarques@utfpr.edu.br

‡ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana; anamferrari@utfpr.edu.br



oxidativos (GOMES, 2002). Pensando nisso, é possível tratar efluentes líquidos com aplicação da oxidação catalítica.

O processo de Fenton é um processo oxidativo avançado que se baseia no uso da radical hidroxila como agente oxidante para a destruição dos compostos poluentes. Uma das desvantagens desse processo é a utilização do catalisador homogêneo de ferro que resulta na perda de ferro durante a reação sendo uma fonte adicional de poluição, causando a necessidade da utilização de métodos de separação adicionais. Para solucionar esse problema pode-se utilizar catalisadores heterogêneos, como é o caso dos processos de *CWPO* que causam a imobilização de ferro sobre uma matriz sólida (SILVA et al., 2014).

Um dos fatores que determinam a eficiência da adsorção é a alta área superficial. Neste sentido carvões ativados podem ser usados em processos adsorção por serem materiais de carbono porosos (COSTA, 2020).

A produção de carvão ativado pode ser resumida pelo processo de carbonização, realizado sob atmosfera inerte e aquecimento, e pelo processo de ativação. O carvão pode ser ativado fisicamente utilizando gases quentes, fluidos supercríticos ou plasma, ou quimicamente com a adição de reagentes no processo. Os dois métodos de ativação têm vantagens e desvantagens. A ativação química é ideal para a adsorção em fase líquida, pois resulta em um maior volume de poros (COSTA, 2020).

O processo de oxidação catalítica com peróxido de hidrogênio pode ser realizado pela decomposição de peróxido de hidrogênio por ferro (III), gerando radicais oxidantes de acordo com as Eq.1 e Eq. 2.



A remoção de compostos orgânicos por oxidação é mais eficiente com uma proporção de 1:1 de carvão para ferro, onde proporções menores de ferro apresentaram remoção em maior parte responsável por adsorção devido à menor quantidade de intermediários (CASTRO et al., 2009).

Dentro deste contexto, esse trabalho propõe a síntese de um catalisador composto de carvão ativado e ferro, partindo de matérias-primas reutilizadas, para aplicação no processo *CWPO*. Para tanto, resíduos da indústria têxtil e de fundição foram utilizados como matéria prima na síntese dos catalisadores, respectivamente usados para a síntese do carvão e para a recuperação do ferro.

* Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil; brunadelmari@gmail.com

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana; rubianemarques@utfpr.edu.br

‡ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana; ananferrari@utfpr.edu.br



2 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

2.1 Recuperação do ferro da areia de fundição

No processo de recuperação do ferro da areia de fundição, foi utilizado areia de fundição coletada no local de descarte utilizado pela indústria. A areia não passou por nenhum pré-tratamento para seu uso no experimento. Em uma balança analítica foram pesados aproximadamente 20 g de areia de fundição. Em seguida, foi adicionado 20 mL de ácido acético glacial. Logo após, foram adicionados 2 mL de peróxido de hidrogênio volume 10. Após 24 horas em repouso, aqueceu-se a mistura, em uma chapa de aquecimento até 70 °C, agitando-a com um bastão de vidro periodicamente. Adicionou-se 4 mL de hidróxido de amônio concentrado, mantendo o aquecimento por 3 minutos. A solução foi filtrada a vácuo, e o papel de filtro foi alocado em um vidro relógio e levado à estufa para secagem a 100 °C. Após, o resíduo seco foi removido para um cadinho e levado, com o cadinho aberto, à mufla por 1 hora a 600 °C. Com o cadinho frio, o ferro presente foi separado com o auxílio de um ímã, e a massa obtida foi pesada (RODRIGUES, 2014).

2.2 Síntese do carvão ativado

A síntese do carvão foi realizada a partir do resíduo de algodão disponibilizado por uma indústria têxtil da região. O tecido não passou por nenhum pré-tratamento para seu uso nesse experimento. Para a obtenção do carvão, em uma balança analítica foi pesado 50,567 g do resíduo e pesados 0,501 g de ferro, aproximadamente equivalente a 1% da massa do resíduo. Em um béquer foi adicionado o ferro, acrescentado 150 mL de água destilada e gotas de ácido clorídrico (0,1 M) até a solução chegar ao pH 2,10. Essa solução foi agitada no agitador magnético. Não havendo a solubilização total a solução foi transferida para o resíduo, humedecido anteriormente com água destilada. O resíduo foi levado a cuba ultrassônica por 30 minutos e em seguida levado à estufa a 80 °C por 17 h. Após, o resíduo foi pesado (160 g) e transferido ao reator, levado à mufla por 4 h a 500 °C com fluxo de nitrogênio (100 mL/h). O carvão foi pesado (15,152 g), parte foi separada em um béquer (7,511 g) e o restante reservado. No carvão separado foi adicionado 30 g de solução de KOH (25% m/m). Em seguida, foi adicionado água destilada (56 mL) até cobrir o carvão e levado para a cuba ultrassônica por 1 h. Ao término, o carvão foi levado à estufa a 100 °C por 21 h.

2.3 Ensaios de oxidação catalítica por peróxido de hidrogênio

Os ensaios foram realizados com o carvão ativado com KOH e o carvão sem ativação. Em cada béquer foi adicionado 100 mL de corante Turquesa Quinacryl (38 PPM) e 0,1 g de carvão. A suspensão foi mantida em agitação por 30 minutos para que fosse atingido o equilíbrio de adsorção-dessorção. Após esse período, foram adicionados 10 mL de peróxido de Hidrogênio (30% PA) e a suspensão foi mantida em agitação por 20 minutos. A concentração do corante foi aferida em espectrofotômetro da marca BEL (UV-M51) a 645 nm.

3 RESULTADOS

Na primeira fase, após a mistura da areia de fundição com ácido acético, o peróxido de hidrogênio foi usado para a oxidação dos íons de Fe^{2+} , assim, os íons de ferro (III) puderam ser precipitados com hidróxido de amônio, permitindo a obtenção, após o processo de filtração e secagem, de uma mistura de ferro e areia.



Com o processo de separação, foram obtidos 7,66 g de ferro a partir de aproximadamente 20,25 g do resíduo de areia de fundição.

Os resultados da pirólise do resíduo de algodão tiveram o rendimento de 29,67%.

Os resultados dos ensaios de adsorção do corante Turquesa Quinacryl são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Adsorção do corante Turquesa Quinacryl sobre o carvão.

Amostra	Absorbância	Tempo de adsorção (min)
Solução de corante puro	2,6310	-
Solução de corante com carvão	2,6310	30
Solução de corante com carvão ativado	2,5647	30

Fonte: Autoria própria (2021).

Os resultados mostraram que o carvão impregnado por ferro (III) não apresentou atividade de adsorção. Já o carvão ativado apresentou um nível baixo de adsorção. O baixo nível de adsorção pode ter sido causado por o carvão não apresentar um volume adequado de poros ou a ativação não ter sido 100% eficiente.

Os resultados da *CWPO* são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Degradação do corante Turquesa Quinacryl por *CWPO*.

Amostra	Absorbância	Tempo de reação (min)	Porcentagem de degradação (%)
Solução de corante com carvão	2,5751	20	9,1
Solução de corante com carvão ativado	1,6839	20	34,6

Fonte: Autoria própria (2021).

Não foi observada degradação do corante em presença do carvão sem ativação. Já em presença de carvão ativado, houve degradação de cerca de 35% do corante. A degradação do corante ocorre na superfície do carvão, devido à decomposição do H_2O_2 pelo ferro, resultando na geração de radicais oxidantes, como demonstrado nas equações 1 e 2.

Infelizmente, a restrição das atividades experimentais ocasionadas pela epidemia de COVID19 não permitiu que o processo de síntese fosse otimizado e que mais ensaios fossem realizados.

4 CONCLUSÃO

A separação de ferro teve um resultado aceitável para utilizá-lo como fonte de ferro nas proporções adotadas neste trabalho. Os resultados mostram que a ativação do carvão é fundamental para a eficiência do processo de *CWPO*.

Novos ensaios são necessários para verificar se o pH, a concentração de ferro e o tempo de reação podem afetar os resultados.



AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Araucária pela bolsa concedida para realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- CASTRO, C. S. et al. Remoção de Compostos Orgânicos em Água Empregando Carvão Ativado Impregnado com Óxido de Ferro: ação combinada de adsorção e oxidação em presença de H_2O_2 . **Química Nova**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1561-1565, 14 jul. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/tqSTDCkxmpy8RCCLDKW69Kh/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 05 set. 2021.
- COSTA, J. G. B. **Carvão ativado a partir de resíduo têxtil**: síntese, caracterização e aplicação na remoção de corante reativo em efluente sintético. 2020. 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/30256>. Acesso em 28 ago. 2021.
- GOMES, H. T. **Oxidação catalítica por via húmida de poluentes orgânicos**. 2002. 214 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto: FEUP, 2002. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/1137>. Acesso em: 28 ago. 2021.
- RODRIGUES, V. **Determinação de ferro (III)**. 2014. 6 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Processos Químicos, Química e Meio Ambiente, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: <https://document.onl/science/determinacao-de-ferroiii-gravimetria.html>. Acesso em: 01 set. 2021.
- SILVA, M. V. Costa; PIZARRO, A. H.; MOLINA, C. B.; ZAMIAN, J. R.; CARVALHO, S. M. L. Remoção de 4-Clorofenol de Soluções Aquosas Empregando Argilas Pilarizadas: ação combinada de hidrodescloração catalítica e oxidação catalítica com peróxido de hidrogênio. **Scientia Plena**, [s. l], v. 10, n. 1, p. 1-12, set. 2014. Disponível em: scientiaplenu.org.br/sp/article/view/1670. Acesso em: 01 set. 2021.