

TRATAMENTO DE EFLUENTES GERADOS NA PRODUÇÃO DE MEMBRANAS POLIMÉRICAS POR PROCESSO FOTOCATALÍTICO

Camylla Barbosa Silva¹
Bruna Aline Araújo²
Yohanna Jamilla Vilar de Brito³
Kênia Kelly Freitas Sarmiento⁴
Carlos Antônio Pereira de Lima⁵

INTRODUÇÃO

A escassez de água é um problema atual que abrange todo o mundo, resulta basicamente das precárias condições de uso ou da falta de uso dos potenciais hídricos disponíveis. Atualmente a falta de água afeta em torno de 3,6 bilhões de pessoas em todo o planeta, segundo o Relatório Mundial das Nações Unidas Sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, 2018. Ela prevê que, em até 2050, esse número pode aumentar até 5,7 bilhões de pessoas que poderão estar vivendo em áreas que apresentam insuficientes recursos de água. Essa ocorrência será mais relevante nos grandes centros urbanos tendo um aumento nos custos para captação e tratamento da água (WWAP, 2018).

Dessa forma, a constante busca por tecnologias cada vez mais eficientes para tratamento de águas e efluentes ampliou o desenvolvimento de membranas para que desempenhasse importante papel nos processos de separação. A tecnologia de membrana é considerada uma tecnologia emergente que apresenta diversas vantagens, entre elas, o processo de separação ser realizado de forma contínua com baixo consumo de energia e facilmente combinado com outros processos de separação, a mesma foi amplamente aceita para melhorar a qualidade de diferentes tipos de água na superfície terrestre (HABERT et al., 2006). Um tipo de membrana que vêm apresentando bastante relevância são as membranas poliméricas, pois são capazes de separar substâncias que os filtros convencionais não conseguem reter.

As membranas poliméricas são produzidas a partir de polímeros sintéticos, pela técnica de inversão de fases, que é o método mais utilizado para obtenção das mesmas. A produção acontece pela precipitação de uma solução polimérica, solução essa formada por um polímero dissolvido por um solvente orgânico, como o ácido fórmico, depois de precipitada a solução é espalhada como um filme fino ou extrusada como uma fibra oca, e posterior precipitação em um banho de não-solvente. A membrana é formada pela instabilização da solução e precipitação do polímero (CARVALHO, 2005).

¹ Graduanda pelo Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB – PB, camyllabsilva@hotmail.com;

² Mestranda do Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB - PB, brunaaaraujo15@gmail.com;

³ Mestranda do Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, yohannajvb@gmail.com;

⁴ Graduada do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB - PB, keniakellys41@gmail.com;

⁵ Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB - PB, caplima@uepb.edu.br;

O processo de obtenção destas membranas pelo método de imersão-precipitação por inversão de fases produz um volume considerável de efluentes inadequados para serem descartados diretamente nos corpos receptores de água, então surge a necessidade de estudos de tratamento destes, tanto para o descarte, como para possibilidade de reuso da água tratada no próprio processo.

Assim, diante da crescente preocupação com as questões ambientais, torna-se imprescindível o desenvolvimento de tecnologias ecologicamente corretas e economicamente viáveis para tratamento de efluentes industriais. O campo das Ciências Exatas e Engenharias dirige evidente interesse para os variados métodos de tratamento de águas residuais, tendo como alvos específicos a eficiência na remoção e na degradação dos compostos prejudiciais – cumprindo os limites legais estabelecidos e a redução dos custos de instalação e operação para atrair os setores industriais (ARAÚJO et al., 2016).

Neste aspecto destacam-se os Processos Oxidativos Avançados (POAs), que têm se destacado na pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de tratamento de águas residuais, por se tratar de métodos eficientes que reduzem os impactos ambientais. A eficácia dos POAs depende da geração de radicais livres reativos, sendo o mais importante o radical hidroxila ($\text{HO}\bullet$). Estes processos (por exemplo, a química de Fenton, fotólise e fotocatalise, sonólise, além das tecnologias de oxidação eletroquímica) têm sido aplicados com êxito para a remoção ou a degradação de poluentes recalcitrantes. Entre os POAs o mais importante e utilizado é o processo fotocatalítico heterogêneo. (BRITO E SILVA, 2012).

A fotocatalise heterogênea é caracterizada pela ativação de um semicondutor devido à ação da radiação com um determinado comprimento de onda, levando a geração de sítios oxidativos e redutivos na superfície do mesmo (LIRA, 2013).

O semicondutor se encontra no estado sólido, onde o mais utilizado é o dióxido de titânio (TiO_2) por apresentar as seguintes características: não tem toxicidade, é resistente à corrosão, tem preço acessível, é abundante, é insolúvel em água, tem fotoestabilidade, possui estabilidade química em ampla faixa de pH e pode ser usado à temperatura ambiente (FERREIRA et al, 2004). O TiO_2 absorve energia luminosa, na faixa Ultravioleta, de fontes artificial (lâmpadas) ou natural (solar).

Os processos de oxidação fotocatalítica são influenciados por vários fatores, tais como concentração de catalisador, intensidade e tipo de luz, tempo de irradiação, concentração do substrato a ser degradado, pH e presença de agentes oxidantes (TOOR et al., 2006).

O objetivo principal deste trabalho foi o estudo da aplicação da técnica fotocatalítica combinada com a radiação ultravioleta (UV), para a degradação de efluentes gerados na produção de membranas poliméricas, avaliando a porcentagem de degradação da concentração de ácido fórmico presente, e como fotocatalisador, foi usado o dióxido de titânio.

METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Pesquisa em Ciências Ambientais (LAPECA) do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba. O sistema experimental consiste de um reator fotocatalítico, irradiado por lâmpadas que emitem radiação no comprimento de onda ultravioleta (UV). O fotocatalisador utilizado foi o dióxido de titânio (TiO_2) o mesmo foi mantido em suspensão com o uso de um agitador eletromagnético.

Efluentes sintéticos de ácido fórmico foram preparados para simular o efluente real nas concentrações de 10 mg/L, 50 mg/L e 100 mg/L. O sistema é operado em batelada, em cada experimento é utilizado 1000 mL do efluente onde a este era adicionado quantidades variáveis do fotocatalisador (TiO_2), que foram de 0,1%, 0,3% e 0,5%.

As amostras foram irradiadas em um reator do tipo batelada. O mesmo foi iluminado com três lâmpadas germicidas de 15W que emitiram radiações no comprimento de onda de 254 nm. Os experimentos tiveram a duração de 4 horas sendo que a cada 30 minutos uma amostra era retirada para o acompanhamento da cinética de degradação do ácido fórmico, de acordo com os parâmetros operacionais estudados como a concentração inicial do poluente e a carga do fotocatalisador.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da preparação do efluente para realização dos experimentos foi possível observar que aqueles efluentes de concentração inicial menor, 10 mg/L, apresentava pH inicial um pouco mais elevado, pH = 3,9, do que efluentes com maior concentração, 100 mg/L, que apresentava um pH inicial mais baixo, pH = 3,2. Também é importante destacar que no decorrer do processo fotocatalítico o pH inicial das amostras tende a aumentar, mas de forma consideravelmente lenta.

O efeito da concentração inicial do efluente foi estudado, a partir de experimentos realizados com concentrações de 10 mg/L, 50 mg/L e 100 mg/L de ácido fórmico, juntamente a esse parâmetro foi analisado a influência da carga do fotocatalisador (TiO_2), sendo realizados experimentos com cargas variáveis de 0,1%, 0,3% e 0,5%. Levando em consideração a carga do fotocatalisador, temos que o mesmo não apresentou influência considerável, de forma que experimentos com 0,1% de TiO_2 obteve praticamente o mesmo resultado que experimentos com 0,3% e 0,5% de TiO_2 .

Diante disso, temos que experimentos com concentração inicial do efluente de 10 mg/L, apresentou uma degradação de 60,90% considerando as 3 cargas do fotocatalisador estudadas. Já experimentos com concentração inicial de 50 mg/L, apresentou degradação do ácido fórmico de 72,62% para a carga de 0,1% de TiO_2 , 76,53% para carga de 0,3% e 80,44% para carga de 0,5%. Por último foi analisado a concentração inicial do efluente de 100 mg/L, que obteve os seguintes resultados, para a carga de 0,1% de TiO_2 foi degradado 80,44%, para a carga de 0,3% foi degradado 84,35% e para a carga de 0,5% foi degradado 86,56%.

Dessa forma, foi observado que a diferença de degradação foi pequena entre as diferentes cargas do fotocatalisador e diferentes concentrações iniciais do efluente. Contudo, foi observado que a melhor degradação acontece com a concentração inicial a 100 mg/L. Portanto, temos que o mais viável seria trabalhar com a concentração inicial do efluente a 100 mg/L com a carga de 0,1% de TiO_2 .

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, o processo fotocatalítico apresenta influência considerável para a degradação do ácido fórmico presente nos efluentes gerados na produção de membranas poliméricas, no entanto recomenda-se a utilização da concentração inicial do

efluente a 100 mg/L, juntamente com carga de fotocatalizador a 0,1%, pois a degradação ocorre mais satisfatoriamente, considerando esses dois parâmetros foi possível obter 80,44% de degradação. Mesmo verificando que a fotocatalise heterogênea é um processo bastante promissor com a tecnologia de degradação do ácido fórmico, é importante destacar que esse não é um processo eficiente para degradação total do ácido fórmico.

O tratamento em questão pode funcionar como método alternativo e/ou complementar em relação aos tratamentos tradicionais. Os processos fotocatalíticos têm a vantagem de ser ambientalmente compatíveis, na medida em que o reagente principal é o elétron, além da possibilidade da não-geração de subprodutos. A importância da fotocatalise está relacionada à transformação de substâncias orgânicas poluentes em substâncias inofensivas.

Palavras Chave: Ácido Fórmico; Fotocatalise Heterogênea; Dióxido de Titânio; Radiação UV.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, K. S.; ANTONELLI, R.; GAYDECZKA, B.; GRANATO, A. C.; MALPASS, G. R. P.; **Processos Oxidativos Avançados: Uma Revisão de Fundamentos e Aplicações no Tratamento de Águas Residuais Urbanas e Efluentes Industriais.** Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied vol. 11 n. 2 Taubaté, 2016.

BRITO, N. N.; SILVA, V. B. M. **Processo Oxidativo Avançado e Sua Aplicação Ambiental.** REEC – Revista eletrônica de engenharia civil, v.1, n.3, p.36-47, 2012.

CARVALHO, R. B. **Fibras Ocas Compostas para Nanofiltração e Osmose Inversa Preparadas pela Técnica de Precipitação por Imersão de duas Soluções Poliméricas Extrusadas Simultaneamente.** 272 p. Tese de Doutorado em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE), Rio de Janeiro, 2005.

FERREIRA, I.V.L.; DANIEL L.A. **Fotocatalise Heterogênea com TiO₂ Aplicada ao Tratamento de Esgoto Sanitário Secundário.** Revista de Engenharia Sanitária Ambiental, v.9, n.4, p. 335-342, 2004.

HABERT, A. C.; BORGES, C. P.; NÓBREGA, R. **Processo de Separação com Membranas.** 1a ed. Rio de Janeiro. E-papers Serviços Editoriais Ltda. 2006.

LIRA, E. S.; **Tratamento de Efluente Modelo Contendo Ácido Tereftálico com Processo Fotocatalítico com TiO₂.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2013.

TOOR A. P.; VERMA, A.; JOTSHI, C.K.; BAJPAI, P.K.; SINGH, V. **Photocatalytic degradation of Direct Yellow 12 dye using UV/TiO₂ in a shallow pond slurry reactor.** Dyes and Pigments, v.68, n.1, p.53-60, 2006.

WWAP. **Relatório Mundial das Nações Unidas Sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos.** SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA A GESTÃO DA ÁGUA. UNESCO, 2018.