



Título do Trabalho

TRATAMENTO DE CHORUME POR COMBINAÇÃO DE PROCESSOS OXIDATIVOS: CATÁLISE HETEROGÊNEA COM TiO₂ versus H₂O₂, AMBOS FOTOIRRADIADO POR LUZ SOLAR.

Nome do Autor(a) principal:

Mariana Pereira Demarchi Costa

Nome(s) do Co-autor(a) (s):

Alessandro Sampaio Cavalcanti, João Victor Serafim Pancotto e Oswaldo Luiz Cobra Guimarães

Nome do Orientador:

Prof. Dr. Hélcio José Izário Filho

Instituição:

Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de Lorena

Instituição de Fomento:

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

E-mail de contato: mariana_costa@alunos.eel.usp.br

Palavras-chave

Processos Oxidativos Avançados. Dióxido de Titânio. Peróxido de Hidrogênio. Chorume. Radiação Solar.

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas encontrados pela sociedade moderna é resolver a questão do

lixo urbano e seu consequente depósito no ambiente. E esse problema vem sendo discutido nos mais variados recursos midiáticos, pois são sentidas diretamente na qualidade do ar, das águas superficiais e subterrâneas e dos solos (VILILA-RIBEIRO, 2009). Nos aterros sanitários, onde na maioria das vezes é depositado esse lixo, são produzidas grandes quantidades de contaminantes, pois quando a água, principalmente das chuvas, percola através dos resíduos sólidos várias substâncias orgânicas e inorgânicas são arrastadas e que farão parte da composição do chorume, que é um líquido escuro que apresenta um sério problema ambiental devido ao seu alto potencial de contaminação. A composição físico-química do chorume é extremamente variável, dependendo de fatores que vão desde as condições pluviométricas locais até tempo de disposição e características do próprio lixo. O chorume pode conter altas concentrações de metais pesados, sólidos suspensos e compostos orgânicos. Por apresentar substâncias altamente solúveis, pode percolar e alcançar as coleções hídricas superficiais ou até mesmo infiltrar-se no solo e atingir as águas subterrâneas, comprometendo-as (BERTAZZOLI, 2002). A eficiência dos processos de tratamento convencionais de chorume (físico-químicos e biológicos) vem sendo muito discutida (FREIRE, 2000).

Nesse contexto o tratamento por Processos Oxidativos Avançados (POAs) surgem como uma alternativa para resolver a degradação do chorume, pois o processo baseia-se na geração do radical hidroxila (altamente oxidante), podendo levar a completa mineralização de compostos orgânicos (formação de gás carbônico e água) (SILVA, et. al., 2009), além de serem mais sustentáveis a longo prazo (NOGUEIRA; JARDIM, 1998).

O processo oxidativo fotocatalítico heterogêneo tem como princípio a ativação de um semicondutor por irradiação UV, sendo promissor no ponto de vista custo/benefício quando se utiliza a luz solar. Na zona de interface entre a solução e o semicondutor eletricamente excitado ocorrem as reações de degradação, com geração dos radicais hidroxila ($\cdot\text{OH}$), sem que ocorra a mudança na estrutura química do mesmo (NOGUEIRA, JARDIM, 1998; SOTTORIVA, 2006). O TiO_2 é utilizado como semicondutor, devido a sua estabilidade química, excelentes propriedades óticas, elétricas e mecânicas, ser relativamente barato, atóxico e poder ser excitado com uma baixa energia (3,2 eV) em diversas faixas de pH. Pesquisas mostram altas taxas de degradação utilizando TiO_2 em vários tipos de compostos, como por exemplo, o chorume (ZIOLLI, JARDIM, 1998).

Outra maneira de formação de radicais hidroxila é através do uso de H_2O_2 sob irradiação UV, onde ocorre a sua quebra homolítica produzindo dois $\cdot OH$, com absorvidade molar baixa na faixa de absorção (254 nm), mas que pode se tornar mais eficiente com o uso em excesso deste peróxido em condições de pH não extremas. O seu uso combinado com o TiO_2 pode resultar uma maior eficiência no processo de oxidação, pois favorece as características químicas tendo como o H_2O_2 e seu produto de decomposição (O_2) como reagentes (DOMÈNECH et al., 2001).

Um Processo Oxidativo Avançado tem algumas variáveis importantes do ponto de vista cinético, como pH, temperatura, concentração do catalisador e concentração do efluente. Para avaliar essas variáveis existem os Planejamentos Experimentais, que são baseados em princípios estatísticos que permitem otimizar o processo, fazendo o mínimo de experimentos e estudando o efeito que cada variável exerce sobre o resultado final (BARROS NETO, 1995).

2 OBJETIVO GERAL

Esse projeto tem como objetivo geral o estudo da aplicação de uma tecnologia para o tratamento do Chorume, o Processo Oxidativo Avançado (POA), especificamente a fotocatalise heterogênea com o TiO_2 , juntamente com o Peróxido de Hidrogênio, na presença de luz solar, bem como, a caracterização físico-química do efluente em estudo, antes e após o tratamento, a fim de classificá-lo em função das leis ambientais.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Selecionar os fatores mais significativos na máxima redução percentual das variáveis respostas, como a DQO, DBO e COT, por meio de ferramentas de otimização de experimentos exploratório com o planejamento fatorial fracionado 2^{4-1} , com duplicata, e triplicata no ponto central. Selecionar os fatores mais significativos na redução percentual das variáveis respostas e do aumento da biodegradabilidade, por meio de ferramentas de otimização de experimentos com o planejamento composto central com superfície de resposta e propor melhor ajuste dos níveis dos fatores significativos em todos os

processos POAs propostos. Caracterizar físico-quimicamente o lixiviado antes e após as melhores condições experimentais, mediante metodologias analíticas validadas, para fins de descarte ou pré-tratamento ao processo biológico.

4 MATERIAS E MÉTODOS

Para este estudo será utilizado o chorume do aterro sanitário da cidade de Cachoeira Paulista-SP. Os experimentos e toda a caracterização analítica serão realizados na Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP).

Os estudos serão realizados em um “reator” aberto para a absorção das radiações UV solar, constituído basicamente de uma bomba centrífuga de baixa vazão, um reservatório de vidro e uma placa metálica (com uma área útil de 1875 cm^2), impregnada superficialmente com tinta contendo TiO_2 . A placa será colocada sobre um suporte de madeira virado em sentido ao equador com um ângulo de inclinação de 23° (aproveitamento melhor da incidência da radiação na fotocatalise e fotólise).

O reator será utilizado de forma que a solução contendo o substrato a ser destruído seja bombeada à vazão contínua mantendo-se fixo o volume (3,0 litros), para a parte superior da placa. Assim, o efluente sob uma fina camada e uniformemente distribuído sobre toda a placa irá percolá-la continuamente, enquanto recebe a radiação solar. O controle e ajuste do pH e a medida da radiação solar serão efetuados. Para a caracterização analítica deste projeto, metodologias padrões já estabelecidas (USEPA, Standard Methods, CETESB, APHA-AWWA) conforme parâmetros do Artigo 18 CETESB serão realizadas por espectrometria de absorção atômica com atomização por chama e forno de grafite e por espectrofotometria UV-Visível.

Em função da característica intrínseca do chorume, inicialmente os níveis utilizados nos planejamentos fatoriais fracionados serão exploratórios, mas com faixas de valores (mínimo e máximo) específicos para atingir o eficiente rendimento cinético de formação dos radicais hidroxila. Os níveis das variáveis do processo serão: o pH (5, 7 e 9), a concentração de TiO_2 (0, 0,025 e $0,050 \text{ g cm}^{-2}$), diluição (sem diluição, 1:1 e 1:2 v/v) e concentração de peróxido de hidrogênio em função ao COT (estequiométrico; 12,5% e 25,0% em excesso), sendo o tempo de reação para todos os experimentos de 120 min.

As variáveis respostas serão COT, DBO/DQO (* fatores como a fotólise e evaporação, intrínsecos em sistema aberto, serão avaliados; ** a tinta aplicada na chapa metálica será formulada para atender a especificação dos níveis de concentração de TiO_2 , sendo este óxido do tipo Anatase).

5 RESULTADOS

Espera-se através deste projeto obter a degradação do chorume, em consequência de algumas de suas características recalcitrantes “in natura”, como destaca-se pH de 8,4 ; DBO 6000 – 16500 mg/L O_2 ; DQO 4500 mg/L O_2 ; Sólidos totais 23700 mg/L; Nitrogênio total 150 – 700 mg/L; carbono total 5700 – 13400 mg/L e matéria orgânica 19500 mg/L, que podem causar a contaminação de solos e águas subterrâneas, buscando desta forma, adequá-lo ao descarte segundo Legislação Ambiental (CETESB/Artigo 18). Portanto, além da otimização dos parâmetros para uma eficiente fotocatálise combinada a $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$, as metodologias analíticas devem ser validadas para que os resultados sejam confiáveis (precisos e exatos), haja vista que estas são eficientes para amostras com características físico-químicas simples, ao contrário da complexidade do chorume.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como o tratamento biológico apresenta restrições à degradação do chorume, o pré-tratamento químico é uma solução para diminuir a toxicidade do efluente. Resultados expressivos foram obtidos pelo mesmo processo POA em efluentes lácteo e vinhaça. Nesses processos a biodegradabilidade dos efluentes aumentou após o tratamento. Observa-se isso pela relação DQO/DBO, que foi de 1,74 para 2,04 na vinhaça (CARROCCI, 2008) e pela razão COT/DQO, que variou de 0,26 para 0,35 no efluente lácteo (SALAZAR, 2009). Como esses efluentes avaliados possuem características físico-químicas similares ao chorume, esperam-se resultados significativos com o emprego desses POAs.

REFERÊNCIAS

- APHA-AWWA. **Standart methods for examination of water and wastewater**. 20.ed. Washington DC: American Public Health Association – American Water works association, 1998.
- BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. Campinas, editora Unicamp, 1995, p. 9-19.
- BERTAZZOLI, R.; PELEGRINI, R. **Descoloração e degradação de poluentes orgânicos em soluções aquosas através do processo fotoeletroquímico**. Química Nova, 2002, p.470-476.
- CARROCCI, J.S. **Aplicação de Catálise Heterogênea com TiO₂ Fotoirradiada por Luz Solar como Pré-tratamento da Vinhaça para Posterior Tratamento Biológico**. Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo – USP. Lorena, 2008, p.94-96.
- DOMÈNECH, X.; JARDIM, W.F.; LITTER, M.I. **Procesos avanzados de oxidación para la eliminación de contaminantes. In: ELIMINACIÓN de Contaminantes por Fotocatálisis Heterogênea**. La Plata: Rede CYTED, 2001. Cap. 1.
- FREIRE, R. S., PELEGRINI, R., KUBOTA, L. T., DURAN, N., PERALTA-ZAMORA, P. **Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas**, Química Nova, 23 (4), 2000, p.504-511.
- NOGUEIRA, R. F. P.; JARDIM, W. F. **A Fotocatálise Heterogênea e sua Aplicação Ambiental**. Química Nova, vol. 21, 1998, p.69-72.
- SALAZAR, R.F.S. **Aplicação de processo oxidativo avançado (POA) como pré-tratamento de efluente de laticínio para posterior tratamento biológico**. Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo – USP. Lorena, 2009, p.72-80.
- SILVA, A.C. **Tratamento do percolado de aterro sanitário e avaliação da toxicidade do efluente bruto e tratado**. Rio de Janeiro, 2002, 126f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002, p.101-105.
- SOTTORIVA, P. R. S. **Remediação de Efluentes Têxteis por Processos Oxidativos Avançados Integrados a Lodos Ativados**. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de Lorena – Universidade de São Paulo – USP. Lorena – SP. 2006. p. 65 – 69, 84 – 87, 90.
- VILILA-RIBEIRO; BORGES.E. **Uma abordagem normativa dos resíduos sólidos de saúde e a questão ambiental**. Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient. ISSN 1517-1256, v. 22, janeiro a julho de 2009, p.169.
- ZIOLLI, R.L.; JARDIM, W.F. **Mecanismo de Fotodegradação de Compostos Orgânicos Catalisada por TiO₂**. Química Nova 1(3), 1998.