

TRATAMENTO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO POR DIFERENTES COMPLEXOS ORGÂNICOS APLICADOS AO PROCESSO FOTO-FENTON

LEICHTWEIS, Jandira^{1*}; BORBA, Fernando Henrique²; FERNANDES, Édina Jaíne³;
INTICHER, Jonas⁴; SEIBERT, Daiana⁵

^{1, 3, 4} Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Campus Cerro Largo, Avenida Jacob Reinaldo Haupenthal, 1580, Cerro Largo, RS, Brasil.

² Universidade Federal da Fronteira Sul, Professor Doutor do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Campus Cerro Largo, Avenida Jacob Reinaldo Haupenthal, 1580, Cerro Largo, RS, Brasil.

⁵ Universidade Federal da Fronteira Sul, Acadêmica do Programa de Pós Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis, Campus Cerro Largo, Avenida Jacob Reinaldo Haupenthal, 1580, Cerro Largo, RS, Brasil.

* jandytweis@hotmail.com

RESUMO

Introdução: O constante aumento da concentração populacional urbana, aliada com o processo de industrialização e o incentivo ao consumo, são fatores que contribuem no aumento da geração de resíduos sólidos. Estes possuem características altamente poluidoras e necessitam ser gerenciados e tratados de maneira correta, para que assim, não causem danos ao meio ambiente e à qualidade de vida. Diante desse cenário, instituiu-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Lei Federal nº 12.305/2010), que subsidia órgãos competentes e licenciadores a aumentar suas exigências relativas à segregação, coleta, transporte e disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). O princípio fundamental desta política é a separação prévia destes resíduos, enviando-os para a área de aterro sanitário. Contudo, um dos grandes problemas encontrados nos aterros sanitários é o chorume, que é o residual do processo de degradação dos resíduos, os quais são percolados pelas águas de precipitações originando o lixiviado, que necessita ser tratado antes de ser despejado na natureza. Como alternativa de tratamento desses resíduos líquidos, surgem os Processos de Oxidação Avançada (POA), bem como, a reação foto-Fenton (FF), sendo que já constatou-se que outros tratamentos, tais como, os processos físicos de separação e oxidações biológicas, geralmente, são ineficazes na degradação de poluentes recalcitrantes presentes nos lixiviados, impossibilitando atingir os padrões de lançamento em corpos hídricos. Entretanto, estudos realizados recentemente, relatam uma redução de eficiência da reação FF no tratamento de efluentes que possuem alta composição orgânica e sólidos suspensos, que pode estar associada a não dissolução e precipitação do íon ferro, devido à sua complexação com os poluentes presentes nos efluentes. Dessa forma, faz-se necessário estudar a indução da reação, utilizando-se um ligante orgânico, tais como, o ácido oxálico (ferrioxalato) e EDTA. Esses complexos são mais estáveis, fortes e fotossensíveis que os formados com os poluentes. Portanto, este estudo visou comparar a indução do processo FF através do ligante orgânico ácido oxálico com a indução pelo ligante orgânico EDTA no tratamento do lixiviado. Em que avaliou-se o método de formação *in situ* dos complexantes orgânicos utilizando Fe(III), ácido

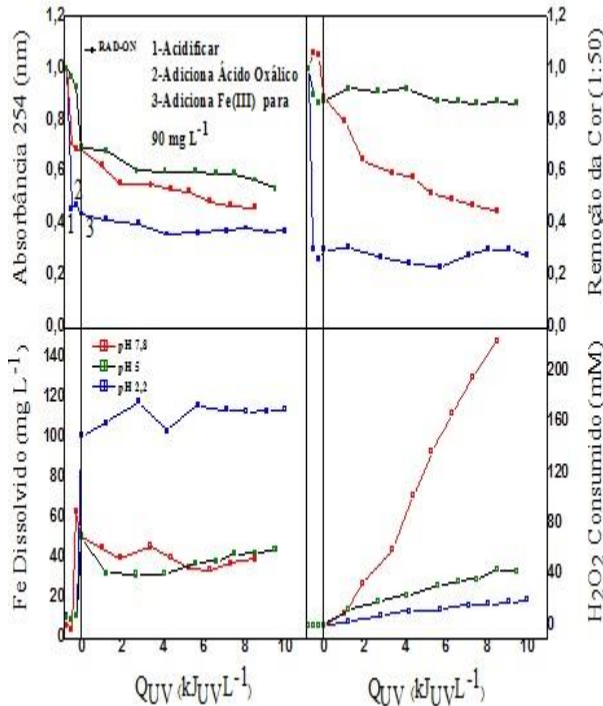
oxálico ou EDTA, bem como, suas proporções. Os principais parâmetros operacionais da reação, tais como, o pH da solução (2,2; 3,0; 5,0; 7,0 e 7,8), as concentrações dos reagentes íon de ferro (48, 60, 90, 120 e 132 mg Fe L⁻¹), ácido oxálico ou EDTA, consumo de H₂O₂ e quantidade de energia UV requerida foram avaliadas utilizando um fotorreator de escala laboratorial operando em sistema batelada, exposto em irradiação UV Vis artificial.

Metodologia: Para o estudo das reações foto-Fenton induzido com os ligantes orgânicos, utilizou-se um sistema de escala laboratorial, acoplou-se um recipiente de vidro por tubos a um fotorreator cilíndrico, que, por sua vez, posicionou-se no centro focal de um coletor parabólico concentrador e preencheu-se com 1L de lixiviado concentrado (coletou-se uma alíquota). Após, ligou-se uma bomba peristáltica, mantendo um fluxo de 0,63 L min⁻¹ dentro do sistema fechado, e ligaram-se três lâmpadas, proporcionando uma radiação de 1500 W. Após um curto período de transferência de energia UV, a temperatura da solução estabilizou-se (de ≈ 20-43°C). Ajustou-se o pH da solução para os valores (2,2; 3,0; 5,0; 7,0 ou 7,8) e coletou-se uma nova alíquota. Antes de iniciar as reações, adicionou-se o ácido oxálico ou EDTA e os íons catalíticos de ferro em concentrações pré-estabelecidas 1:3 M (ácido oxálico) (MONTEAGUDO et al., 2012) e 1:1 M (EDTA) (HUANG et al., 2012) e recolheu-se uma alíquota após cada etapa, para avaliar a homogeneização e a concentração de ferro dissolvido (48, 60, 90, 120 ou 132 mg Fe L⁻¹). Cada reação teve início quando adicionou-se a primeira dose de H₂O₂ (500 mg L⁻¹) à solução. Periodicamente, recolheram-se alíquotas de amostras tratadas para monitorar a quantidade de H₂O₂ residual. Para determinar o desempenho ótimo do tratamento, escolheu-se a descoloração e a redução dos compostos aromáticos (254 nm) como variáveis respostas. Determinou-se a concentração de H₂O₂ por espectrofotometria a 450 nm pelo método metavanadato de amônio (NOGUEIRA; OLIVEIRA; PARTERLINI, 2005). Obteve-se a determinação da concentração do íon ferro por meio do método colorimétrico com 1:10 Fenantrolina, detectado a 510 nm. Determinou-se a cor pelo método descrito no Standard Methods (APHA, 2005) e com diluição de 1:50. Avaliou-se a cor e a absorvância dos compostos aromáticos (254 nm) utilizando um espectrofotômetro UV-Vis (Thermo-Scientific, Evolution 201). Aferiu-se o pH e a temperatura utilizando um pHmetro/temperatura (HANNA, HI 3221). Centrifugaram-se todas as amostras a 3000 rpm durante 3 minutos (CELM, LS-3 Plus).

Resultados: Na Figura 1 representada abaixo, pode-se observar que a eficiência de remoção da cor e da absorvância 254 em pH 2,2 ocorre logo na primeira etapa, que é a acidificação, em que visualizou-se maior formação de espuma e lodo que de acordo com Silva et al., (2015) pode estar associada a precipitação de compostos húmicos. Percebe-se ainda, que mesmo havendo em torno de 90 mg Fe L⁻¹, para essa faixa de pH não houve consumo de H₂O₂, o que demonstra que não houve eficiência na remoção das variáveis respostas (pH e compostos aromáticos). Para a reação com pH 5,0, identificou-se uma baixa remoção da cor e da absorvância 254, o que demonstra que a reação não foi eficiente. Enquanto que para o pH 7,8, pode-se observar uma diminuição de aproximadamente 40 % da cor e 20 % da absorvância 254, o que indica uma melhor eficiência que os demais pH's, além do maior consumo de H₂O₂, cerca de 220 Mm, necessário para a produção do •OH. Em relação à Figura 2, observou-se o mesmo comportamento para o pH da solução em 2,2, em que, a descoloração e a redução dos compostos aromáticos ocorreu logo na fase de acidificação. O comportamento da reação a um pH 5,0 mostrou-se similar com a anterior, verificando-se pouca eficiência de redução das variáveis respostas. A indução com EDTA também foi mais eficiente em pH 7,8, essa faixa de pH não sofreu interferência do estágio inicial de acidificação, o que influenciou sua eficiência na oxidação do lixiviado, apresentando uma descoloração de aproximadamente 32% e redução dos compostos aromáticos de aproximadamente 40%. Com relação ao consumo de oxidante, observa-se que nas faixas de pH mais elevada houve maior consumo de H₂O₂, consumo este, que pode ser

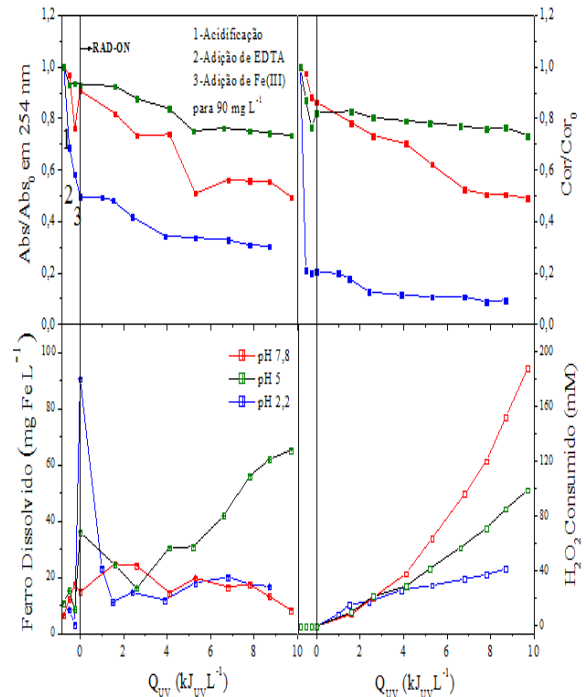
relacionado à maior eficiência da reação, necessitando maiores quantidades de H_2O_2 para maior produção de $\cdot\text{OH}$. Computando-se o consumo de H_2O_2 , cerca de 190 mM de $\text{H}_2\text{O}_2 \text{ L}^{-1}$.

Figura 1 – Foto-Fenton induzido com o ligante orgânico ácido oxálico



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Figura 2 – Foto-Fenton induzido com o ligante orgânico EDTA



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Conclusão: Verificou-se tanto nas reações induzidas pelo ligante ácido oxálico, quanto nas reações induzidas pelo EDTA, que a etapa de acidificação resultou em um abatimento dos parâmetros analisados, sendo este relacionado à volatilização e/ou precipitação de ácidos húmicos, que podem se redissolver em corpos hídricos se o tempo de tratamento não for longo o suficiente para sua completa oxidação. Sendo assim, o uso da reação com ácido oxálico e EDTA se mostraram mais eficientes à um pH da solução próximo a neutralidade em que a etapa de acidificação não foi necessária, possibilitando-se uma melhor cinética da reação com a oxidação dos poluentes. Portanto, utilizando-se condições operacionais ideais com o fotorreator operando em pH da solução em 7,8 e 90 mg Fe L^{-1} , apresentou-se eficiente para ambos os processos, sendo que para a reação complexada com ácido oxálico obteve-se uma redução de aproximadamente 40% da cor e 20% da absorvância 254 nm e consumo de cerca de 220 mM de H_2O_2 . Para a reação EDTA conseguiu-se uma remoção de, aproximadamente, 32% da cor, 40% absorvância 254 e consumo de 190 mM de $\text{H}_2\text{O}_2 \text{ L}^{-1}$. Em geral, pode-se dizer que a eficiência da reação se mostrou mais eficiente para o EDTA.

Palavras chaves: Lixiviado. Foto-Fenton. Ligante orgânico. Ácido Oxálico. EDTA.

REFERÊNCIAS

APHA - American Public Health Association; AWWA - American Water Works Association; WEF - Water Environment Federation. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21ª Ed. Washington – DC: APHA, 2005.

BRASIL. Presidência da República, Casa Civil. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Lei Federal nº 12.305 de 2010.

HUANG, W.Y.; BRIGANTE M.; WU F.; HANNA, K.; MAILHOT, G. **Development of a new homogenous photo-Fenton process using Fe(III)–EDDS complexes**. J. Photochem. Photobiol. A Chem. 239. 17–23. 2012.

MONTEAGUDO, J. M.; DURÁN, A.; CORRAL, J. M.; CARNICER, A.; FRADES, J. M.; ALONSO, M. A. Ferrioxalate-induced solar photo-Fenton system for the treatment of winery wastewaters. **Chemical Engineering Journal**, v. 181-182, p. 281-288, 2012.

NOGUEIRA, R. F. P.; OLIVEIRA, M. C.; PARTERLINI, W. C. Simple and fast spectrophotometric determination of H₂O₂ in photo-Fenton reactions using metavanadate. **Talanta**, v. 66, p.86-91, 2005.

SILVA, T. F. C. V.; FERREIRA, R.; SOARES, P. A.; MANENTI, D. R.; FONSECA, A.; SARAIVA, I.; BOAVENTURA, R. A. R.; VILAR, V. J. P. Insights into solar photo-Fenton reaction parameters in the oxidation of a sanitary landfill leachate at lab-scale. **Journal of Environmental Management**, v. 164, p. 32-40, 2015.