



## II-057 - ESTUDO SOBRE A APLICABILIDADE DOS PROCESSO FENTON E FOTO-FENTON NO TRATAMENTO DE LIXIVIADO

**Fernando Fernandes Vieira<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Químico (UEPB, 1986), Mestre em Engenharia Química (UEPB, 1989), Doutor em Engenharia Mecânica (UEPB, 2002). Professor Titular de Departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

**Daniel Oliveira de Farias<sup>(1)</sup>**

Graduando de Química Industrial (UEPB). Aluno de Iniciação Científica PIBIC/UEPB.

**Geralda Gilvania Cavalcante de Lima**

Engenheira Química (UEPB, 1988), Mestre em Engenharia Química, (UEPB, 1992), Doutora em Engenharia Mecânica, (UEPB, 2002). Professora Titular do Departamento de Química (UEPB).

**Carlos Antonio Pereira de Lima**

Engenheiro Químico (UEPB, 1988), Mestre em Engenharia Química, (UEPB, 1992), Doutor em Engenharia Mecânica, (UEPB, 2002). Professor Titular do Departamento de Química (UEPB).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua. Acre, 545 – Liberdade – Campina Grande – PB – CEP: 58105-523 – Brasil – Tel: +55(83) 8852-1461 – e-mail: fernando@uepb.edu.br.

### RESUMO

Dependendo da quantidade de resíduos sólidos, podemos ter duas formas de tratamento: o aterramento sanitário é a forma mais freqüente para disposição final de resíduos sólidos urbanos e a decomposição em reatores anaeróbios em ambos os casos ocorrem o aparecimento do lixiviado o qual é fonte significativa de poluição de águas subterrâneas então surge a necessidade da aplicação dos processos oxidativos que tem recebido bastante atenção nos últimos 20 anos por serem de baixo custo e capazes oxidar totalmente os poluentes convertendo os mesmos em dióxido de carbono, água e radicais inorgânicos, através da degradação que envolve principalmente a radical Hidroxila onde são gerados para atuar como agentes oxidantes químicos devido a sua alta reatividade, os radicais hidroxila podem reagir com uma grande variedade de classes de compostos orgânicos, Dentre os Processos Oxidativos Avançados um sistema que tem merecido especial atenção e o processo Fenton caracteriza – se essencialmente na geração de radical hidroxila pela reação entre o ferro (+2) e o peróxido de hidrogênio também podendo ser associado a irradiação UV – B (280 a 320 nm), UV – A (320 a 400 nm) e VIS (400 a 800nm), sendo denominado sistema foto – fenton. Neste processo, há regeneração das espécies de Ferro (+2), fechando – se o ciclo catalítico com produção de dois radicais hidroxila para cada mol de peróxido de hidrogênio decomposto inicialmente, este processo se mostra como uma tecnologia promissora na degradação de matérias recalcitrantes como o lixiviado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos sólidos, Tratamento, lixiviado, Processos Oxidativos Avançados

### INTRODUÇÃO

A disposição final de resíduos cujos componentes, em maiores quantidades, são papeis, restos de alimentos, plásticos, metais, borrachas, líquidos residuais de embalagens de pesticidas, latas de tinta, bactérias, agentes de limpeza, óleo, graxas, etc. têm provocado sérios problemas ambientais nas áreas de depósito, conhecidas como lixões, aterros controlados e aterros sanitários, gerando um líquido, conhecido como lixiviado o qual é fonte significativa de poluição de águas subterrâneas e de desconforto, por causa do forte odor, aparência e composição altamente tóxica.

Segundo Neto (1999) os lixiviados são líquidos escuros e turvos, de odor desagradável, que apresentam em sua composição altos teores de compostos orgânicos e inorgânicos, nas suas formas dissolvida e coloidal, liberados no processo de decomposição dos resíduos sólidos.

Os processos biológicos não são adequados para o tratamento desse tipo de material, devido a essa limitação de processos biológicos em tratar o lixiviado, existe a necessidade da aplicação de métodos físico-químicos no tratamento desse tipo de material.



os processos biológicos são os mais empregados no tratamento de lixiviados devido às características deste serem semelhantes às dos esgotos domésticos. Todavia, geralmente ocorrem dificuldades ao utilizar tratamentos biológicos para lixiviado por causa da vazão e carga orgânica muito variável, necessidade de uma grande área de implantação, baixa eficiência para lixiviado estabilizado ou pouco biodegradável, e muitas vezes o efluente não se enquadra nos padrões estabelecidos pela legislação. (Silva et al. 2000)

Dentre os processos físico-químicos aplicáveis ao tratamento de matérias orgânicas, os processos oxidativos avançados (POA), têm se mostrado bastante eficientes na degradação de compostos recalcitrantes. Os Processos Oxidativos Avançados, (POA), se baseiam na formação de radicais hidroxilas ( $\text{*OH}$ ), que são agentes altamente oxidantes. Estes radicais podem reagir com uma grande variedade de classes de compostos promovendo sua total mineralização para compostos inócuos.

Dentre os processos oxidativos avançados um sistema que tem merecido especial atenção e o processo Fenton caracteriza – se essencialmente na geração de radical hidroxila que é um agente oxidante pela reação entre o ferro (+2) e o peróxido de hidrogênio também podendo ser associado a irradiação UV – B (280 a 320 nm), UV – A (320 a 400 nm) e VIS (400 a 800nm), sendo denominado sistema foto – fenton. Neste processo, há regeneração das espécies de Ferro (+2), fechando – se o ciclo catalítico com produção de dois radicais hidroxila para cada mol de peróxido de hidrogênio decomposto inicialmente. (ALATON e BALCIOGLU, 2001).

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvida no Laboratório de saneamento Ambiental (LSA) do Departamento de Química do Centro de Ciências da UEPB e nos laboratórios da Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários (EXTRABES). O sistema experimental possui uma câmara com sistema de agitação eletromagnético e de aquecimento elétrico com três lâmpadas artificial UV.

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DO LIXIVIADO

A Tabela 01, mostra os resultados da caracterização do lixiviado que está sendo usado nas pesquisas sobre o tratamento, usando os processos Fenton e Foto-Fenton.

**Tabela 01 – Caracterização Física e Química do Lixiviado do Aterro Sanitário de João Pessoa – PB**

Parâmetros analisados	CÉLULA 01	CÉLULA 02	CÉLULA 03
pH	7,5	7,4	7,5
Ácidos Voláteis (mgHac.L-1)	259,2	172,8	302,0
Alc. Total (mg CaCO <sub>3</sub> .L-1)	9.870,0	8.610,0	10.500,0
DQO (mg. L-1)	3.299,0	2.976,0	14.478,0
ST (mg.L-1)	11.170,0	6.470,0	13.280,0
STV (mg.L-1)	1.670,0	1.040,0	2.100,0
SS (mg.L-1)	94,0	62,0	37,0
SSV (mg.L-1)	76,0	55,0	28,0
NTK (mg.L-1)	2.441,0	2.066,0	2.391,0
N-NH <sub>3</sub> (mg.L-1)	2.408,0	1.982,0	2.338,0
S. Sed. (ml.L-1)	0,0	0,0	0,0



## TRATAMENTO USANDO O PROCESSO FENTON

Para a realização do tratamento, colocou-se 250 mL de amostra de lixiviado em um becker com capacidade de 600 mL e foram estudadas várias quantidades de sulfato ferroso (marca VETEC), variando de 200 a 800 mg de  $\text{Fe}^{2+}$  e mantendo uma concentração fixa de 100 mg de  $\text{H}_2\text{O}_2$  (marca MERCK), para se verificar a influência da concentração do  $\text{Fe}^{2+}$  que promoviam as maiores remoções de cargas orgânicas, onde foram retiradas amostra a intervalos de tempos regulares de 30 minutos, ao final de 3 horas verificou – se a sedimentação do lodo e foi coletado para a análise o sobrenadante (líquido clarificado) para avaliar a degradação da matéria orgânica através da Demanda Química de Oxigênio (DQO)

## TRATAMENTO USANDO O PROCESSO FOTO – FENTON

No processo Foto – Fenton foi realizado posteriormente da mesma forma que o processo foto fenton ocorrendo a penas apenas com o acréscimo de três lâmpadas UV de irradiação  $1,71\text{mw}/\text{cm}^2$ , onde não se verificou – se a presença de lodo devido ao rompimento dos complexo dos íons de Ferro (+3) e a regeneração do mesmo para forma o ferro (+2) na presença de radiação UV.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### DEGRADAÇÃO UTILIZADO O SISTEMA FENTON

A Figura 01 mostra a influencia da quantidade de sulfato ferroso, sobre o decaimento da DQO no lixiviado, mantendo-se constante a quantidade de 400 ppm de peróxido de hidrogênio e variando as quantidades de sulfato ferroso de 200,400 e 800 ppm.

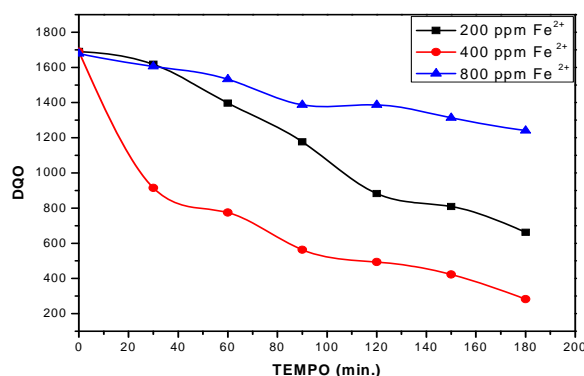


Figura 01 – Decaimento da DQO em função da quantidade de  $\text{Fe}^{+2}$  e do tempo

Observou – se que existe uma relação entre as quantidades do íon ferroso e de peróxido de hidrogênio, em que verificou – se uma ótima remoção de 83,34 % da DQO para uma relação 1:1 dos reagentes fenton isso ocorre devido a reação química dos reagentes estarem na mesma proporção estequiométrica, ou seja, para cada um mol de íon ferroso é necessário um mol de peróxido de hidrogênio para que ocorra a formação do um mol de radical hidroxila, no caso do experimento em que a relação da quantidade de sulfato ferroso é a  $\frac{1}{2}$  da quantidade do peróxido de hidrogênio verificou – se uma média remoção de 60,86% da DQO e no experimento em que a relação da quantidade de sulfato ferroso é a duas vezes maior que a quantidade do peróxido de hidrogênio observou – se uma baixa remoção de 26,08 % devido a pouca quantidade de peróxido em relação a do sulfato ferroso pra gerar o radical hidroxila.

### DEGRADAÇÃO UTILIZADO O SISTEMA FOTO FENTON

A Figura 02 e mostra a influencia da quantidade de sulfato ferroso, sobre o decaimento da DQO no lixiviado, mantendo-se constante a quantidade de 400 ppm de peróxido de hidrogênio com o acréscimo de radiação UV e variando as quantidades de sulfato ferroso de 200,400 e 800 ppm.

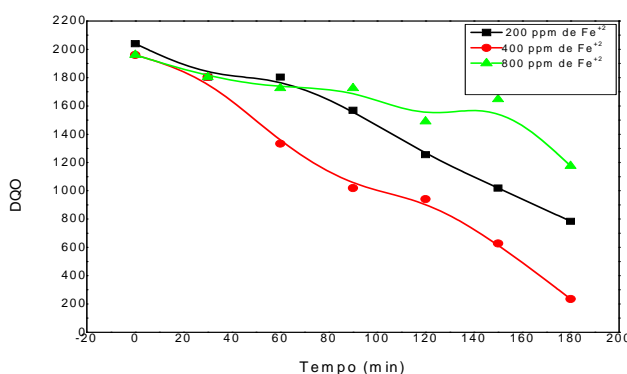


Figura 02 – Decaimento da DQO em função da quantidade de  $\text{Fe}^{+2}$  e do tempo com radiação UV.

Observou-se que existe uma mesma relação entre as quantidades do íon ferroso e de peróxido de hidrogênio no sistema foto-fenton, em que verificou-se uma ótima remoção de 88 % da DQO para uma relação 1:1 devido à reação química dos reagentes estarem na mesma proporção estequiométrica.

## CONCLUSÕES

Uma vez que a complexidade e extrema variabilidade química do lixiviado dificultam a sua remediação por técnicas convencionais, o estudo de novas alternativas torna-se fundamental o desenvolvimento de novos processos de tratamento eficientes, tendo em vista a dificuldade de se aplicar o tratamento biológico neste tipo de efluente.

O processo oxidativo avançado apresenta-se como tecnologia promissora. A aplicação desse processo em larga escala, para o tratamento de uma grande variedade de compostos tóxicos presentes nos mais diversos tipos de resíduos, apresenta resultados satisfatórios. Em função dos resultados obtidos, o sistema Fenton e Foto-Fenton apresentaram ótimos resultados, principalmente na redução da DQO onde observa-se que a concentração do  $\text{Fe}^{+2}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$  tem influência direta na degradação do lixiviado.

As pesquisas realizadas neste trabalho, mostraram que o processo fenton e foto-fenton são tecnicamente viáveis no tratamento de lixiviado de aterro sanitário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALATON, I. A.; BALCIOGLU, I. A., (2001), **Photochemical and heterogeneous photocatalytic of waste vinylsulphone dyes: a case study with hydrolysed reactive black 5**. J. Photoch. Photobio. A., v. 141, p. 247 – 254.
2. NETO, J. (1999), **Geração de percolato em aterro sanitário no semi-árido nordestino: uma abordagem quantitativa**, Engenharia Sanitária e Ambiental, vol. 4, pp. 160 – 167.
3. SILVA, A. C.; SANT'ANNA JR., G. L.; DEZOTTI, M.; CAMPOS, J. C.; RIBEIRO, G. F. **Aplicação de bioensaios para avaliação da toxicidade do chorume do aterro sanitário de Gramacho (RJ)**. Anais do VI Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. P. 1-7 (1 a 5 de setembro de 2000).