

APLICAÇÃO DO PROCESSO FENTON PARA DESCONTAMINAÇÃO DE HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS EM ÁGUA

F. A. ZANINI¹, F. A. R. dos SANTOS¹, L. A. MATSUMURA¹, L. F. NOVAZZI^{1,*},
M. T. FRANCISCO¹, T. M. PAIVA¹

¹ Centro Universitário FEI, Departamento de Engenharia Química
*E-mail: inovazzi@fei.edu.br

RESUMO: *O processo Fenton é um processo oxidativo avançado (POA) muito utilizado devido sua alta eficiência e simplicidade, e consiste na adição do peróxido de hidrogênio na presença de Fe^{+2} . O objetivo deste trabalho é o estudo da descontaminação da água contaminada pelo contato direto com gasolina. A aplicação dos reagentes segue um planejamento experimental 2² com ponto central, variando a concentração dos reagentes, cada amostra foi analisada nos tempos de 1 e 3 horas. Junto ao Fe^{+2} foi utilizado Cu^{+2} para avaliar a influência desta mistura na reação. As amostras foram extraídas com hexano e caracterizadas por cromatografia gasosa, analisando a porcentagem de hidrocarbonetos removidos. Utilizando apenas Fe^{+2} obteve-se degradações superiores a 60%. A adição de Cu^{+2} apesar de viável apresentou resultados inferiores, em alguns casos os resultados obtidos não foram conclusivos. Observou-se também que a remoção destes compostos requer tempo de reação superior a 1 hora para ser efetiva.*

PALAVRAS-CHAVE: POA; Fenton; Água; Gasolina. BTEX.

1. INTRODUÇÃO

O acelerado e até mesmo desordenado desenvolvimento das atividades industriais e a falta de conscientização da população contribuem para o aumento de inúmeros problemas ambientais. Em virtude disso, a preservação do meio ambiente tem sido item de pauta de reuniões mundiais, com destaque para a preservação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos devido ao despejo de resíduos em reservas fluviais e mares. A contaminação dos aquíferos por compostos orgânicos ocorrem em grande maioria devido a vazamentos em refinarias petrolíferas e revendedoras de combustíveis devido a falhas e rupturas nos tanques de estocagem, esquematizada na Figura 1, sendo os postos de combustíveis os responsáveis por 74% dos casos segundo monitoramento feito pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). O combustível (fase móvel) percola o solo até chegar ao fluxo subterrâneo, devido a este contato as substâncias presentes na gasolina migram para a fase aquosa, caracterizando a fase dissolvida, o etanol presente na gasolina brasileira facilita esta migração, outras substâncias orgânicas de alta densidade se acumulam ao fundo da reserva,

conhecidas como *dense non-aqueous phase liquids* (DNAPL).

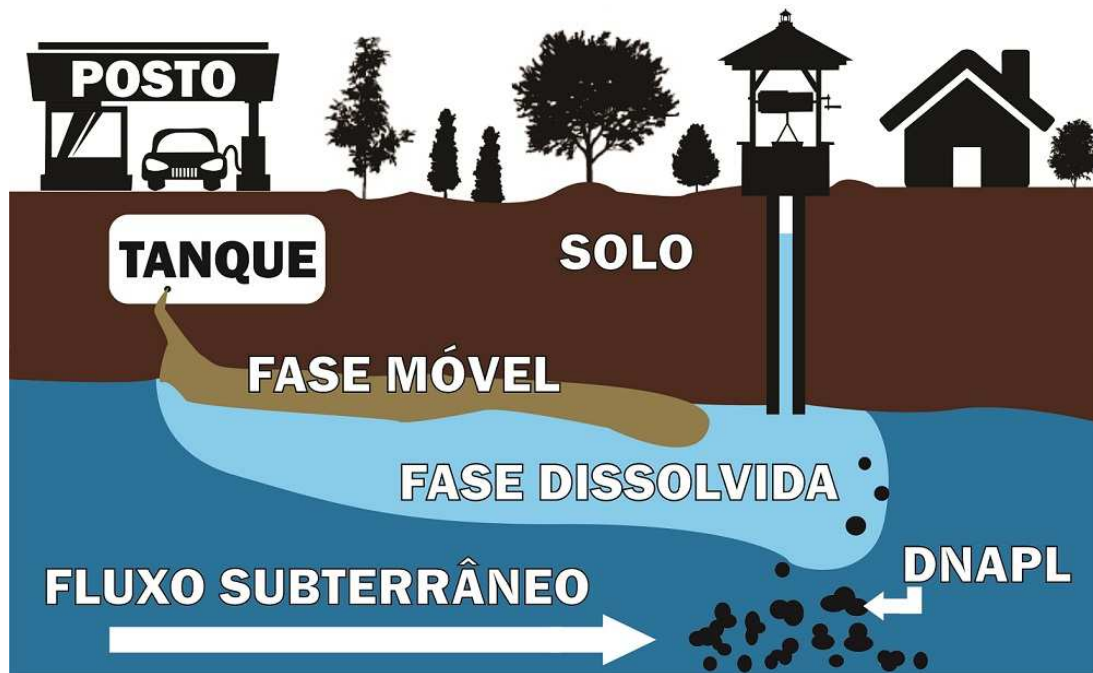


Figura 1 – Representação esquemática de um vazamento.

A contaminação dos aquíferos pelo contato com combustíveis, além de comprometer a qualidade das reservas hídricas, coloca em risco a saúde pública devido à presença da mistura de hidrocarbonetos aromáticos, tais como benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX), com estruturas moleculares apresentadas na Figura 2.

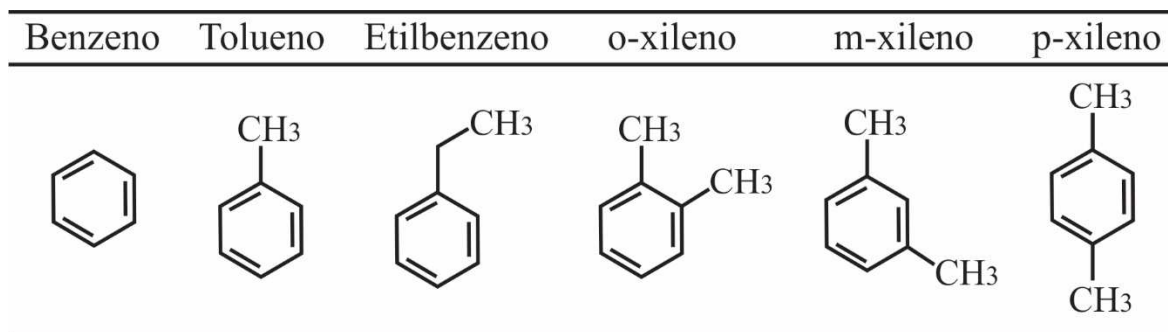


Figura 2 – Estrutura molecular dos compostos BTEX.

Na composição da gasolina, representada na Figura 3, os componentes aromáticos representam cerca de 19% dos compostos presentes (KOLESNIKOVAS *et al.*, 2009).

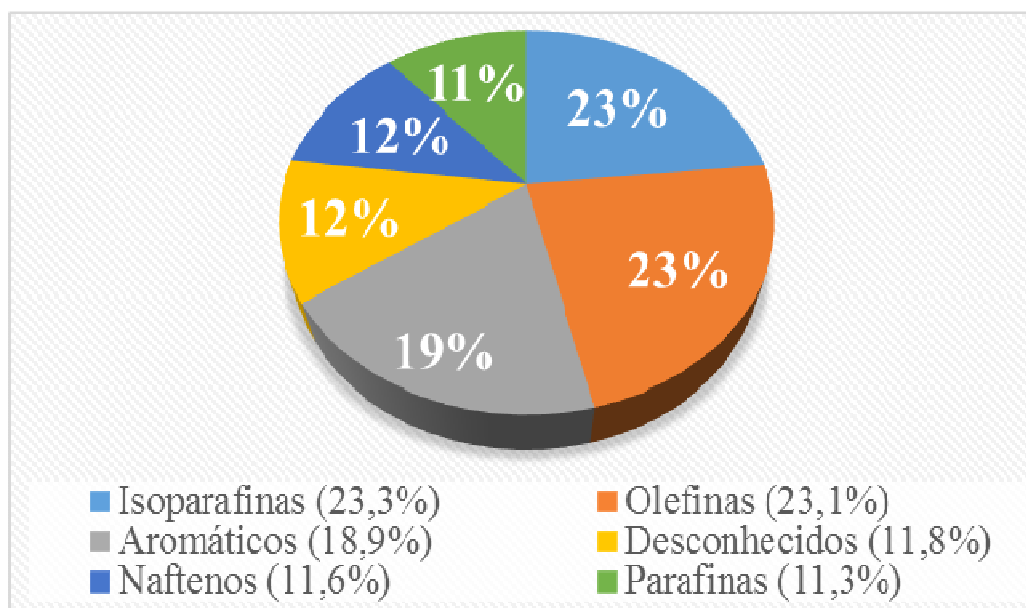


Figura 3 – Composição da gasolina.

A alta toxicidade de tais compostos causa grandes danos à saúde humana, sendo alguns considerados cancerígenos. Os BTEX são frequentemente estudados devido a fácil solubilidade e alta mobilidade dentre os compostos presentes na gasolina, o que os tornam os principais compostos nas contaminações causadas por vazamento de combustíveis.

Em razão disso, os Processos Oxidativos Avançados (POAs), ganham um grande destaque devido a elevada eficiência na eliminação desses hidrocarbonetos aromáticos. Os POAs são tratamentos baseados em processos físico-químicos que são capazes de produzir mudanças significativas na estrutura dos compostos orgânicos. As reações são rápidas e eficientes devido a formação dos radicais hidroxilas que apresentam um grande potencial de oxidação que irá degradar os compostos, resultando em CO_2 , H_2O e ácidos minerais.

O mecanismo mais aceito para a degradação de um composto orgânico genérico (R) pelo radical hidroxila ($\text{HO}\bullet$) está representado de acordo com as Reações 1-4 (AMORIM *et al.*, 2009).



Esses radicais podem ser produzidos utilizando agentes oxidantes como o ozônio, o peróxido de hidrogênio, além de algumas combinações entre estes elementos e a presença de radiação UV.

Dentre os POAs, o processo Fenton tem sido frequentemente utilizado devido ao seu baixo custo, simplicidade do processo, boa reatividade com compostos orgânicos e por não produzir compostos tóxicos durante a oxidação dos efluentes. O processo Fenton consiste em reações simultâneas provocadas pela oxidação dos compostos orgânicos, utilizando como reagentes o peróxido de hidrogênio e íons de Fe^{+2} como catalisador. O catalisador é responsável pela formação do radical hidroxila, como apresenta a Reação 5, uma vez formado este radical, se inicia a oxidação do composto orgânico representada pelas reações anteriores. A regeneração do catalisador, representada pela Reação 6, possui baixa velocidade, o que a torna uma etapa limitante neste processo, modificações como o uso de radiação UV no processo Fenton contribuem para uma melhor performance nesta etapa.



Outro fator relevante no processo, é o pH do meio que deverá ser ácido pois o Fe^{+3} em valores de pH acima de 3 se precipita diminuindo a produção de hidroxila (MITRE *et al.*, 2012).

Esse trabalho tem como objetivo analisar o processo Fenton no tratamento de uma amostra de água contaminada pelo contato com gasolina, avaliando a influência da concentração de reagentes e a adição de cobre, junto ao ferro, como catalisador.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Materiais

Para a realização do experimento utilizou-se como reagentes o peróxido de hidrogênio 35% (Dinâmica), sulfato de ferro II heptahidratado P.A – ACS (Dinâmica), sulfato de cobre pentahidratado P.A (Dinâmica), ácido sulfúrico, hidróxido de sódio, hexano (Merck), gasolina comercial, tolueno P.A – ACS (Merck), xilenos P.A/ACS (Neon) e etilbenzeno anidro 99,8% (Sigma-Aldrich).

2.2. Métodos

Planejamento experimental: Determinaram-se dois planejamentos experimentais do tipo fatorial 2^2 para o presente estudo, o primeiro construído para analisar a eficiência do processo Fenton clássico e o segundo referente ao estudo da influência de um novo cátion no tratamento.

O pH foi fixado em 3 e a temperatura em $25^\circ C$, pois como já foi visto apresenta os melhores resultados. Utilizou-se então as concentrações de peróxido de hidrogênio e ferro II, de acordo com a Tabela 1, sendo que os valores para os níveis, superior e inferior, foram estabelecidos com base no trabalho desenvolvido por FERRARI JÚNIOR (2014), o nível 0 consiste na média aritmética dos outros níveis. Todos os ensaios foram realizados em duplicata.

Tabela 1 – Planejamento experimental Fenton clássico.

Fatores	-	+	0
Peróxido de hidrogênio (mg/L)	340	680	510
Ferro II (mg/L)	40	80	60

Para analisar a influência do cátion de cobre na oxidação a concentração total de catalisador, cobre e ferro, foi de 1,5 mM variando a porcentagem de cobre nesta mistura, como mostra a Tabela 2, resultando em um planejamento semelhante ao anterior.

Tabela 2 – Planejamento experimental Fenton modificado.

Fatores	-	+	0
Peróxido de hidrogênio (mg/L)	340	680	510
% Cobre	20	60	40

A variável de saída para quantificar as respostas dos ensaios realizados é a porcentagem de remoção de hidrocarbonetos dissolvidos na amostra após o tratamento, obtido pela análise de cromatográfica da amostra inicial e após os tratamentos.

Efeito dos fatores: O efeito de um fator é definido como a variação na resposta produzida pela mudança no nível do mesmo. Caso esteja associado aos fatores primários, A e B, é chamado de um efeito principal, em alguns pode ser observado também o efeito de interação, quando a atuação dos fatores na variável de saída não é independente.

Análise de variância: A análise de variância (ANOVA) permite comparar vários tratamentos simultaneamente, pode ser usada para testar hipóteses sobre os efeitos principais dos fatores A e B e o efeito de interação AB para verificar se estes são significativos para diferenciar a resposta de uma amostra sobre a população.

A ANOVA compara os resultados através da decomposição da variabilidade total em variâncias de grupos. Para testar se os efeitos são significativos calcula-se o valor F para cada fator, que consiste na razão entre a média quadrática deste fator pela média quadrática do erro. Pode-se concluir que os efeitos deste fator são significativo caso $f_{calculado} > f_{tabelado}$. Assim pode-se definir quais efeitos são significantes para a resposta e ajustar os resultados obtidos ao modelo matemático que melhor o representar.

Procedimento laboratorial: Para a comparação das diversas configurações estabelecidas para o processo Fenton é necessário que a amostra a ser tratada seja idêntica em todos os casos. O balão contém inicialmente 1 l de água e adicionou-se 20 ml de gasolina sob agitação mecânica fixa (500 rpm) em um banho termostático (25 °C), mantendo a agitação por 30 minutos garantindo que a mistura da água fique saturada dos componentes presentes na gasolina. Em seguida manteve-se a mistura por mais 30 minutos de repouso para a separação de fases e extração da fase aquosa saturada com os compostos orgânicos.

A reação ocorreu em tubos de ensaio graduados em 25 ml para cada cenário estudado. Todas as amostras preparadas foram acidificadas com ácido sulfúrico (pH 3). Em cada tubo foi adicionada a solução contaminada e acidificada, posteriormente diluiu-se, separadamente, os sais dos cátions a serem utilizados e injetou-se em cada tubo a quantidade necessária para

a obtenção das concentrações definidas para cada nível, por fim ocorreu a adição do peróxido de hidrogênio dando início à reação. Após a adição dos reagentes a amostra foi levemente agitada garantindo a homogeneidade do meio reacional que permaneceu em banho termostático ajustado em 25 °C pelo tempo determinado de cada amostra, 1 e 3 horas, quando o pH do meio foi elevado, pela adição de hidróxido de sódio, cessando a reação. Para viabilizar a caracterização das amostras foi realizado uma extração líquido-líquido de 10 ml de amostra com 3 ml de hexano, visando solubilizar os compostos orgânicos presente na fase aquosa.

Caracterização por cromatografia gasosa: a caracterização das amostras foi realizada através de cromatografia gasosa (GC). A metodologia utilizada para a análise das amostras foi adaptada do estudo feito por Carvalho, D. (2014). O cromatógrafo utilizado (Shimadzu GC-2010 Plus) possui um detector de ionização em chama (FID). Preparou-se um *vial* de 2 ml com o hexano contendo os contaminantes extraídos da amostra a ser analisada. A Tabela 3 apresenta as características da coluna utilizada.

Tabela 3 – Condições de operação da coluna de cromatografia.

Parâmetro	Valor
Coluna	HT5
Comprimento	25 m
Diametro interno	0,32 mm
Espessura do filme	0,1 µm
Gás de arraste	Hélio
Fluxo de gás de arraste	1,8 ml/min
Temperatura do injetor	240 °C
Volume de injeção	1 µl
Razão de split	Sem split

A programação de temperatura utilizada para a análise é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Programação das temperaturas de aquecimento da coluna.

Razão de aquecimento (°C/min)	Temperatura (°C)	Tempo de espera (min)
-	35	1
4	71	0
20	150	1

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização por CG

Uma análise preliminar foi realizada onde o tratamento ocorreu em uma amostra contendo apenas os contaminantes de maior interesse, BTEX. Ao injetar separadamente cada substância identificou-se os tempos de retenção (t_R). O tolueno foi quem apresentou maior afinidade com a fase móvel com um t_R de 4,94 minutos, o etilbenzeno com um t_R de 7,09 minutos, o p- xileno, m-xileno e o-xileno saíram nos tempos de 7,04; 7,40; e 8,11 minutos respectivamente. No cromatograma foi possível observar apenas 4 picos relativo aos

aromáticos pois os picos do p-xileno e do etilbenzeno coeluíram devido ao tipo de coluna utilizada, ao tratar esta amostra nenhum pico foi detectado, comprovando a eficácia do método para oxidar compostos aromáticos. A Figura 4 apresenta o cromatograma antes e depois do tratamento, onde pode-se verificar que os compostos aromáticos não estão mais presentes na amostra após o tratamento.

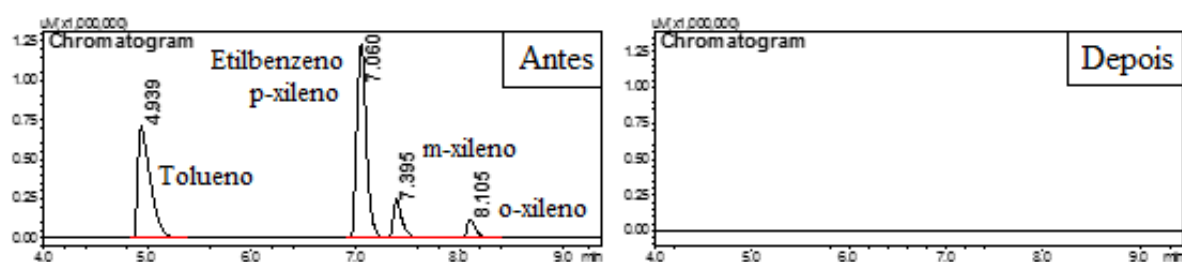


Figura 4 – Cromatograma de identificação dos aromáticos.

Após identificar os aromáticos fez-se a caracterização da amostra contaminada com gasolina. Sabe-se que a área do pico é proporcional à concentração da substância presente na amostra, portanto a razão da área detectada na amostra tratada pela área da amostra inicial indica a porcentagem da concentração de compostos ainda presente no meio. A Figura 5 apresenta o cromatograma da contaminação com gasolina antes e depois de um tratamento, nota-se que alguns picos não foram mais detectados e a intensidade dos outros diminuiu.

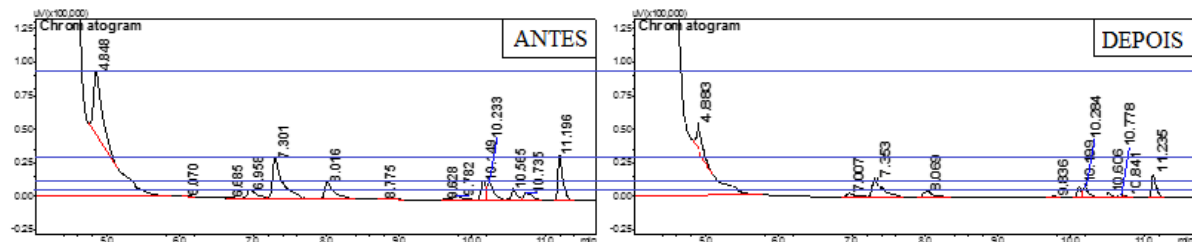


Figura 5 – Comparação de cromatogramas antes e depois do tratamento.

A eficácia do tratamento foi definida com base na relação da área total, pois todos os compostos orgânicos presente no meio são indesejados, logo quanto menor a área total detectada após o tratamento menor é a concentração residual dos compostos contaminantes.

3.2. Tratamento com processo Fenton

Foram realizados quatro ensaios distintos, em dois tempos para o Fenton clássico e mais dois para Fenton modificado. Os primeiros ensaios com duração de 1h não apresentaram resultados satisfatórios em nenhum cenário, tendo a sua máxima eficiência em 8% de remoção, portanto não serão analisados de forma mais aprofundada neste trabalho por indicarem a necessidade de um maior tempo de reação para que este tipo de degradação seja viável.

Ao aumentar o tempo de reação para 3 horas já foi possível obter degradações maiores, as porcentagens de remoção para o método clássico, utilizando apenas ferro como catalisador, são apresentadas na Tabela 5, como os experimentos foram feitos apenas em

duplicatas calculou-se um desvio padrão geral para cada ensaio, visto que foram conduzidos da mesma forma, aumentando o grau de liberdade associado a esta incerteza

Tabela 5 – Resultados obtidos para o processo Fenton clássico.

	[H ₂ O ₂]	[Fe]	%R
1	-	-	21,78 ± 3,65
2	+	-	53,12 ± 3,65
3	-	+	38,10 ± 3,65
4	+	+	60,84 ± 3,65
5	0	0	43,67 ± 3,65

Os resultados do método modificado, com a presença de cobre, são apresentados na Tabela 6. Um desses resultados foi inconclusivo, por apresentar um aumento da concentração, visto que não houve adição de nenhum composto durante o ensaio uma possibilidade para isto ter ocorrido foi a estabilização, pela presença do metal no meio, de compostos intermediários gerados pelas reações de oxidação, como o foco é a remoção dos compostos adotou-se a média de remoção 0%.

Tabela 6 – Resultados obtidos para o processo Fenton modificado.

	[H ₂ O ₂]	%Cobre	%R
1	-	-	29,58 ± 1,90
2	+	-	52,49 ± 1,90
3	-	+	0,00 ± 1,90
4	+	+	41,70 ± 1,90
5	0	0	37,66 ± 1,90

Com os valores médios de remoção para cada ensaio pode-se construir os gráficos de interação do experimento e também representá-los através de uma curva de nível para facilitar a visualização dos resultados. O gráfico de interação para o processo Fenton clássico é apresentado na Figura 6.

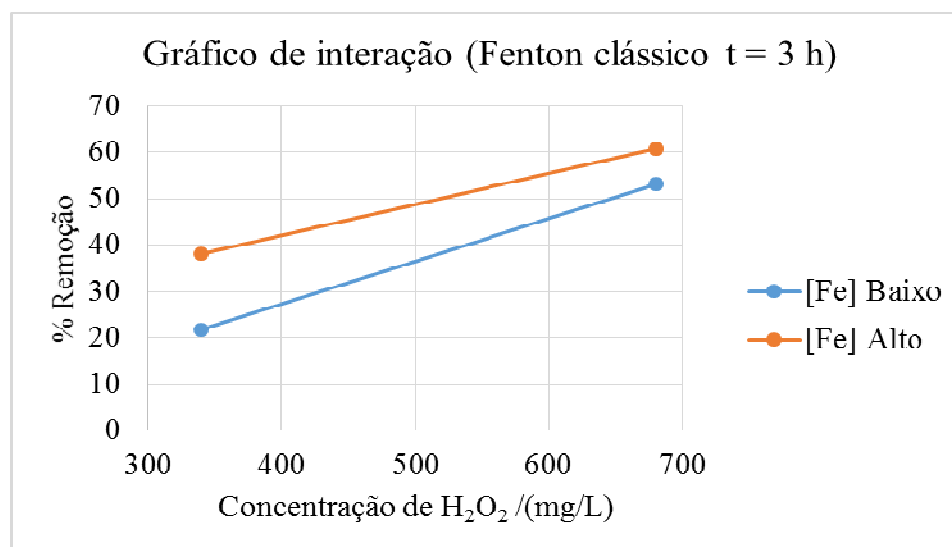


Figura 6 – Gráfico de interação para o processo Fenton clássico.

Nota-se que as retas presentes no gráfico de interação não são paralelas, o que indica que existe interação entre os fatores analisados. Como a reta que representa o nível alto de catalisador é superior a de nível baixo a contribuição deste para a remoção é positiva, o coeficiente angular positivo indica que o outro fator analisado, concentração de oxidante, também contribui para a remoção dos contaminantes.

A representação por superfície de resposta, que pode ser vista na Figura 7, facilita a interpretação deste resultado.

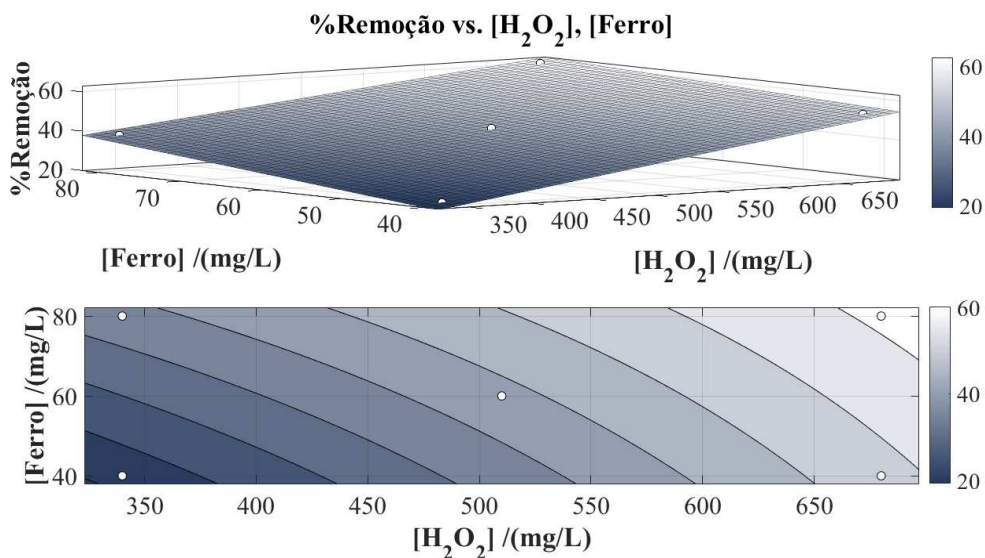


Figura 7 – Superfície de resposta para o processo Fenton clássico.

Na projeção espacial pode-se verificar que o planejamento se aproxima da linearidade, já que todos os pontos estão próximos ao plano. No mapa de curvas as linhas não são horizontais nem verticais, o que indica que ambos os fatores contribuem para a resposta seja qual for seu nível, tendo melhores resultados quando estes estão em sua maior concentração.

As mesmas ferramentas foram aplicadas para a análise do método modificado, a Figura 8 apresenta o gráfico de interação e a superfície de resposta está representada na Figura 9.

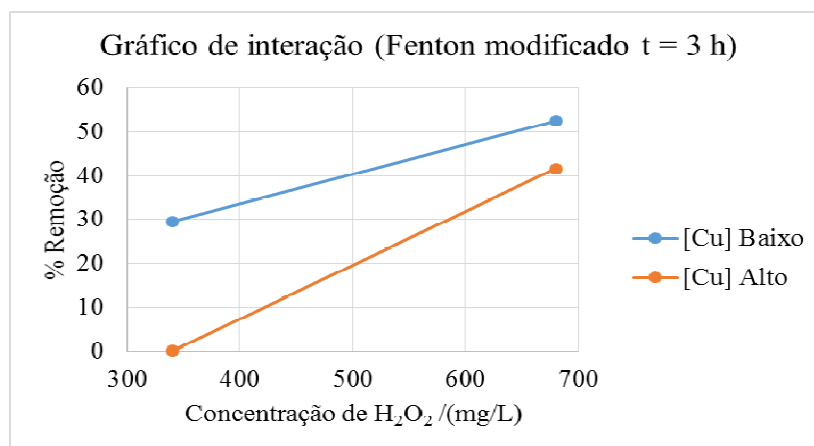


Figura 8 – Gráfico de interação para o processo Fenton modificado.

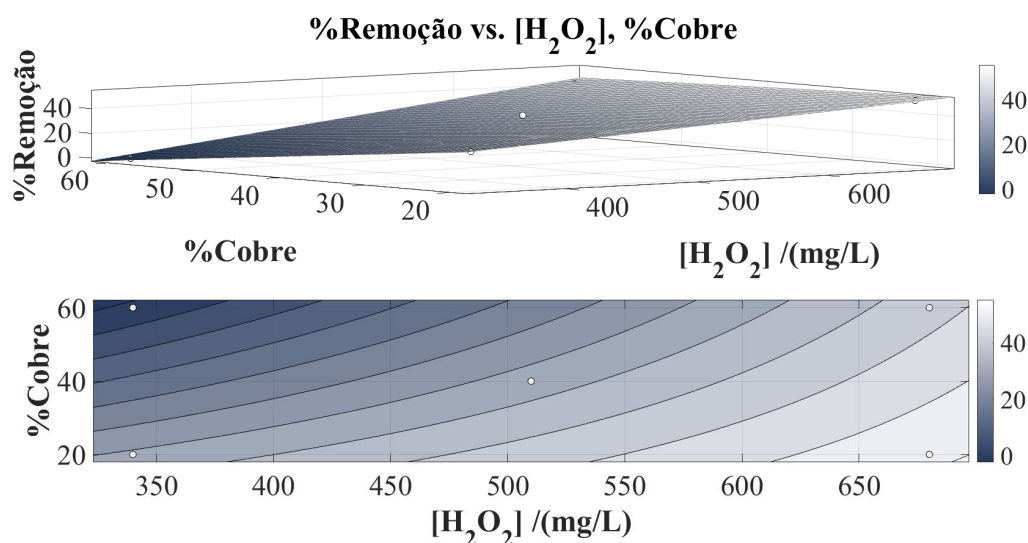


Figura 9 – Superfície de resposta para o processo Fenton modificado.

Assim como no método clássico este também possui efeito de interação dos fatores, porém neste caso este se mostra bem mais acentuado. Diferente do que foi observado anteriormente a reta do nível baixo de catalisador está acima do nível alto, o que indica que ao aumentar a concentração de cobre na composição a resposta obtida foi inferior, isto também pode ser observado através da curva de resposta onde o maior nível de degradação se encontra no canto inferior direito, que representa a maior quantidade de oxidante com a menor quantidade de cobre na composição. Apesar do resultado obtido ser inferior ao apresentado pelo método anterior vale ressaltar que a introdução de cobre no sistema não inviabilizou o tratamento, permitindo atingir degradações superiores a 50%.

Outro ponto a se destacar neste resultado é que o planejamento já se distancia mais da linearidade, para estes casos a análise de resultados em composições intermediárias as analisadas permitem uma visualização melhor do comportamento deste sistema.

Utilizou-se a metodologia ANOVA, para um nível de confiança de 95%, para analisar o parâmetro de interação e os parâmetros principais de ensaio, comparando o valor F de cada parâmetro com o atribuído devido aos graus de liberdade do experimento. Como todos os experimentos foram delineados da mesma forma os graus de liberdade permanecem iguais, 1 para cada fator e 4 para o erro. Após esta análise, obteve-se os modelos matemáticos codificados, com as variáveis de -1 a 1 correspondendo aos valores adotados no planejamento para cada ensaio. A Tabela 7 apresenta o valor dos efeitos para cada fator e o modelo simplificado.

Tabela 7 – Programação das temperaturas de aquecimento da coluna.

Ensaio	Efeito			Modelo matemático
	[H ₂ O ₂]	[Cat.]	Interação	
Clássico (± 2,51)	27,03	12,02	-4,30	$\hat{Y}(A,B) = 43,46 + 13,52x_A + 6,01x_B$
Modificado (± 1,01)	32,31	-20,19	9,40	$\hat{Y}(A,B) = 30,95 + 16,15x_A - 10,09x_B + 4,70x_Ax_B$

Para o método clássico o efeito de interação pode ser desprezado segundo o estudo de variância, já para o método modificado todos os termos foram significativos. Isto ocorre devido ao pior caso ocorrer em uma combinação específica dos fatores, tornando assim a interação importante. Observa-se também que a influência do oxidante é muito mais significativa que a concentração de catalisador, fato que pode ser quantificado pelo valor do efeito.

Os polinômios permitem avaliar a linearidade dos ensaios, ao comparar a resposta média do ponto central (0) disponível na Tabela 5 e na Tabela 6 com o valor do termo independente de cada modelo. Estes valores devem ser iguais ou próximos para garantir o comportamento linear. Para o processo clássico as respostas tendem a serem lineares, já o ponto central do processo modificado diverge significativamente do proposto no modelo, podendo inserir outras configurações para ter um mapeamento mais detalhado desta não linearidade.

Comparando os ensaios não se observa uma melhora devido a introdução de cobre no meio reacional, apesar de ser viável apresentando um bom percentual de degradação quando em menor quantidade. Ao aumentar a quantidade de cobre não se obteve respostas conclusivas sobre seu efeito, devendo analisar outras concentrações em diferentes tempos para se ter mais conhecimento sobre sua influência.

4. CONCLUSÕES

Com os estudos realizados pode-se concluir que o tratamento com peróxido de hidrogênio é capaz de degradar as substâncias monoaromáticas, desta forma o estudo foi ampliado para uma contaminação mais severa. A técnica utilizada para caracterização dos componentes mostrou-se apropriada, com resultados de boa resolução.

Os resultados obtidos permitiram concluir que para os dois cenários estudados a degradação começa a apresentar resultados satisfatórios após algumas horas de reação, durante a primeira hora nenhuma configuração estudada atingiu 10% de degradação já após 3 horas de reação degradações superiores a 50% são atingidas, sendo o melhor resultado a remoção de aproximadamente 61,5% dos compostos orgânicos pelo método clássico com a maior concentração de oxidante e catalisador. No processo Fenton clássico a eficiência é maior ao aumentar tanto a quantidade de oxidante quanto a quantidade de catalisador, sendo o peróxido de hidrogênio o fator que mais contribui para a degradação, e a interação entre esses dois fatores, apesar de existir, não foi significativa.

Ao adicionar o sal de cobre a degradação também se mostrou viável, chegando a valores superiores a 50%, e o fator predominante continuou sendo a concentração de oxidante, porém o aumento da quantidade de cobre chegou em resultados inconclusivos, onde aparentemente para este tipo de contaminantes o cobre retardaria a degradação. Devido a esta relação de quantidade de cobre e peróxido de hidrogênio todos os fatores foram significativos para o resultado, inclusive o fator de interação.

O método tradicional utilizando apenas sais de ferro para este tipo de tratamento ainda se mostra o mais efetivo, apesar da adição de cobre não inviabilizar a degradação sua inserção não aparenta ser eficaz. Um estudo mais detalhado com outros níveis de

concentração e um acompanhamento da degradação durante o tempo pode apresentar condições que a torne vantajosa.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Centro Universitário FEI pelo suporte para o desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, Camila C.; LEÃO, Mônica M.D.; MOREIRA, Regina F.P.M. Comparação entre diferentes processos oxidativos avançados para degradação de corante azo. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 14 n. 4, p. 543-550, 2009
- BARROS NETO, Benício; SCARMINIO, Ieda S.; BRUNS, Roy E. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. 2. ed. Campinas: Editora da UNICAMP, 2001.
- CARVALHO, Danielle A.; OLIVEIRA, Rosália M.; SILVA, Célia R. S. da; MARTINHON, Priscila T.; SILVA, Sérgio A. da. Análise de BTEX em água: comparação entre duas colunas cromatográficas. 2013. **Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 9, n. 1, p. 149-160, 2014.
- FERRARI JUNIOR, Celso. **Degradação de compostos orgânicos derivados da gasolina em meio aquoso por processo foto-Fenton**. 2014. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2014.
- KOLESNIKOVAS, Celso; OLIVEIRA, Everton; DUARTE, Uriel. Avaliação de risco toxicológico para hidrocarbonetos totais de petróleo em forma fracionada aplicada à gestão e monitoramento de água subterrânea em um complexo industrial. 2009. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 23, n. 01, p. 31-44, 2009.
- MITRE, Teofani K.; LEÃO, Mônica M.D.; ALVARENGA, Marcella C.N. Tratamento de águas contaminadas por diesel/biodiesel utilizando processo Fenton. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 129-136, 2012.

APPLICATION OF THE FENTON PROCESS FOR DECONTAMINATION OF AROMATIC HYDROCARBONS IN WATER

F. A. ZANINI¹, F. A. R. dos SANTOS¹, L. A. MATSUMURA¹, L. F. NOVAZZI^{1,*},
M. T. FRANCISCO¹, T. M. PAIVA¹

¹FEI University, Department of Chemical Engineering

*E-mail: inovazzi@fei.edu.br

ABSTRACT: *The Fenton process is an advanced oxidative process (AOP) that is utilized very often due to its high efficiency and simplicity, that consists of adding hydrogen peroxide catalyzed by Fe^{+2} . The objective of this study is the decontamination of water contaminated by direct contact with gas. The application of the reagents follows a 2^2 design of experiment with center point, varying the concentration of the reagents, so that each sample was analyzed after 1 and 3 hours of reaction. Cu^{+2} was used to evaluate the influence of this mixture in the reaction. The samples were extracted by hexane and characterized by gas chromatography, analyzing the percentage of hydrocarbons removed. Using only Fe^{+2} , showed degradations above 60%. The addition of Cu^{+2} , although viable, presented worse results, in some cases the results obtained were not conclusive. It has also been observed that the removal of these compounds requires reaction time greater than 1 hour to be effective.*

KEYWORDS: AOP; Fenton; Water; Gas. BTEX.