

II-257 - OTIMIZAÇÃO DA COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO E REAÇÃO DE FENTON PARA O TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO DA ETE-GOIÂNIA

Kellya de Moraes e Silva

Química Industrial. Técnica Industrial em Saneamento na empresa SANEAGO

Adriana de Souza Ribeiro

Farmacêutica/Bioquímica. Técnica Industrial em Saneamento na empresa SANEAGO

Vera Lúcia Calixto

Bacharel em Química. Técnica Industrial em Saneamento na empresa SANEAGO

Lindomar Guedes Freire Filha

Biomédica. Profª Dra. da Faculdade Delta e Faculdade Unida de Campinas-FacUNICAMPS

Núbia Natália de Brito⁽¹⁾

Química Industrial. Profa. Dra. do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás- UFG.

Endereço⁽¹⁾: Campus Samambaia II – Bloco IQ 1 Caixa postal 131 CEP 74001-970 e-mail: nubiabrito@quimica.ufg.br

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar a eficiência do sistema de tratamento por coagulação/floculação e a reação de Fenton no tratamento de esgoto doméstico na Estação de Tratamento de Esgoto em Goiânia-GO, por meio do tratamento físico-químico e oxidativo avançado utilizando equipamento de Jar Test. Os parâmetros analisados foram: turbidez, demanda química de oxigênio (DQO) e pH. Alcançou-se 83% de remoção da turbidez e 68% de remoção da Demanda Química de Oxigênio (DQO).

PALAVRAS-CHAVE: Jar test, esgoto doméstico, remediação.

INTRODUÇÃO

O lançamento indiscriminado de esgotos sem tratamento nos corpos d'água pode causar vários inconvenientes, que se apresentam com maior ou menor importância, de acordo com os efeitos adversos aos usos benéficos das águas. Assim, a poluição causada aos corpos hídricos é função de alterações da qualidade ocasionadas no corpo receptor e das implicações relativas às limitações aos usos da água (PEREIRA et al., 2006).

Diante disto a integração de metodologias de tratamento torna-se fundamental nos dias atuais, um exemplo seria a remediação de esgotos domésticos utilizando o processo de coagulação/floculação com cloreto férrico (FeCl_3) e reação de Fenton com a aplicação de peróxido de hidrogênio (H_2O_2).

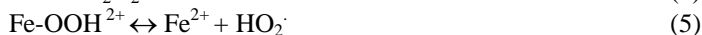
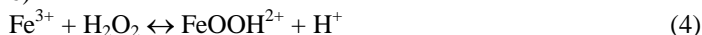
O processo Fenton apresenta-se como uma tecnologia simples onde há transferência de massa e tanto o ferro quanto o peróxido de hidrogênio são baratos, no entanto, o processo requer um baixo pH e consequentemente a modificação deste parâmetro é necessária. A coagulação/floculação tem sido empregada para a remoção de sólidos suspensos (SS), partículas coloidais, compostos orgânicos não biodegradáveis e metais tóxicos. Esta tecnologia de tratamento desestabiliza uma partícula coloidal pela adição de um coagulante, e para aumentar o tamanho da partícula, a coagulação usualmente é seguida da floculação e posteriormente da decantação. Esta técnica inclui ajuste de pH e adição de sais de ferro ou alumínio como agentes coagulantes para diminuir as forças repulsivas entre as partículas (GUO et al., 2010).

O princípio destas duas metodologias de tratamento pode ser baseado na seguinte proposta: A coagulação com sais metálicos adicionados aos efluentes pode ser usada com o objetivo de desestabilizar o material coloidal, de modo que ocorra a agregação de pequenas partículas em flocos. Entre os reagentes químicos convencionalmente utilizados como coagulantes encontram-se cloreto de alumínio, sulfato de alumínio, cloreto férrico, sulfato férrico e sulfato ferroso. Tanto os íons ferrosos quanto os férricos são coagulantes que conjuntamente com peróxido de hidrogênio pode-se realizar o chamado processo Fenton onde ocorre um duplo

tratamento: por coagulação e oxidação, conforme reações 1-3. (CAVALCANTE e COELHO, 2005; PEREIRA et al., 2011).



Os recentes íons férricos formados podem catalisar o peróxido de hidrogênio, seguindo o mecanismo que envolve os radicais hidroxila e hidroperoxila (HO_2^\cdot) decompondo-se em água em oxigênio. Íons ferrosos são regenerados e novos radicais são formados nas reações. Essas reações são conhecidas como like fenton (eq.4-6)



Com este estudo espera-se otimizar o processo de tratamento via coagulação/floculação e via reação de Fenton a fim de obter uma maior eficiência na remediação de esgotos domésticos assegurando as reduções dos níveis de poluição avaliados pelos principais parâmetros de controle ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram coletadas do afluente da estação de tratamento de esgoto, semanalmente, no período vespertino, de setembro de 2012 até fevereiro de 2013. As coletas seguem as normas preconizadas pelo Laboratório de Esgotos da SANEAGO (IT. 07.0109/ 2009).

As análises das amostras de esgoto coletadas e tratadas, através do ensaio de Jar Test ; tempo de tratamento: tempo zero adição de cloreto férrico a 300 rpm, no tempo 20" adição de polímero aniônico 300 rpm, tempo 30" rotação alterada para 30 rpm com o propósito de promover à floculação, tempo 3'30" foi adicionado o peróxido de hidrogênio a 30 rpm, até o tempo 6'30". Posteriormente o equipamento foi desligado e as amostras foram coletadas no tempo final de 36'30", ou seja, com 30 minutos de sedimentação. Os tempos e os gradientes de velocidade, que são convertidos para rpm, correspondem com a realidade da estação de tratamento de esgoto, todo o ensaio e análises foram realizadas no Laboratório de Esgoto da própria estação. Os reagentes químicos utilizados são: cloreto férrico 2%, polímero aniônico de alto peso molecular 0,01% e peróxido de hidrogênio, utilizado na reação de Fenton, na concentração de $\pm 13\%$ m/m padronizado por titulação permanganométrica. Um planejamento fatorial 2^4 foi realizado.

O fluxograma do ensaio de coagulação/floculação, reação de Fenton e sedimentação das amostras a serem avaliadas, podem ser visualizados na Figura 1.

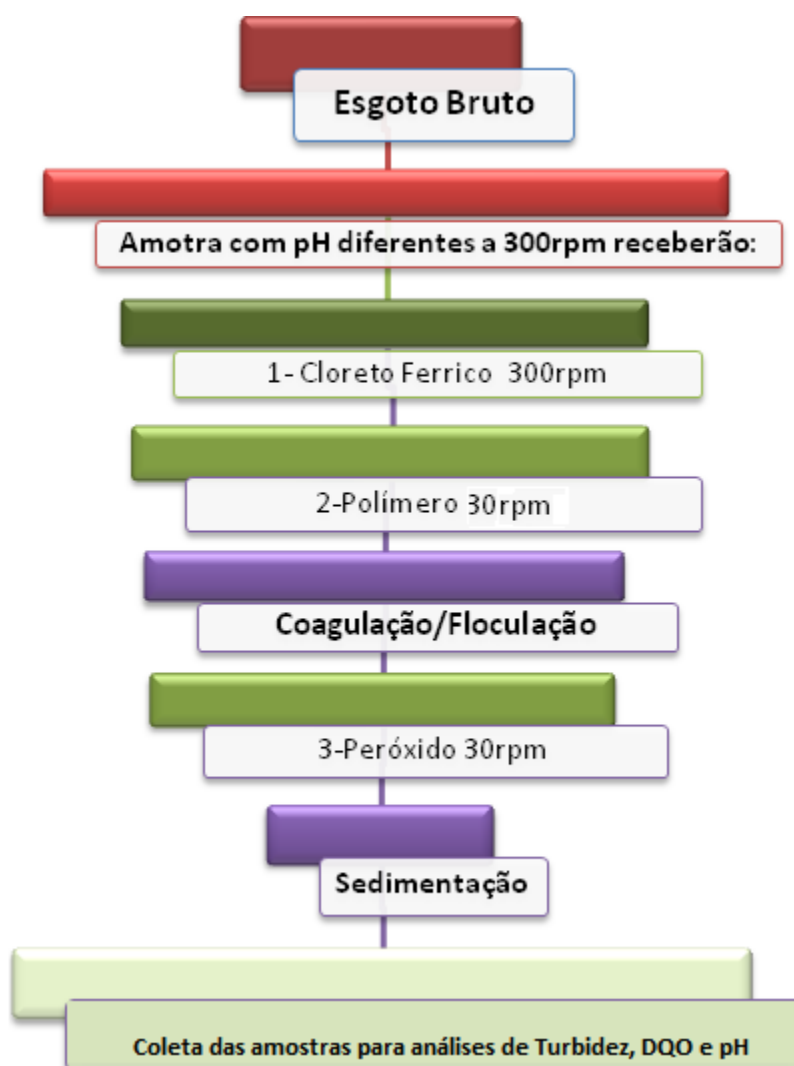


Figura 1. Fluxograma do tratamento a ser realizado.

A avaliação da eficiência do tratamento proposto foi através dos seguintes parâmetros: Turbidez, Demanda Química de oxigênio (DQO) e pH.

A determinação da turbidez no esgoto foi realizada de acordo com Standard Methods Of The Examination of Water and Wastewater (2130-B), 20th Edition (APHA, 1998).

Para análise de DQO foi necessário cessar a reação de Fenton e remover o H₂O₂ residual. Para isto será preciso ajustar o pH da amostra para um valor acima de 7,0 de modo que o ferro presente no meio precipite na forma de hidróxido, posteriormente transferir para um frasco fechado e aquecer durante 40 minutos num banho a 80°C com o objetivo de decompor o H₂O₂ residual, em seguida resfriar as amostras. Neste trabalho a determinação da Demanda Química de Oxigênio foi realizada pelo método Colorimétrico de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (5220 D), 20th Edition, 1998.

A determinação dos valores de pH foi realizada de acordo com método potenciométrico utilizando medidor de pH TEC-3M da Tecnal aferido nos valores padrões de pH 4,0, 7,0 e 9,0 conforme *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998).

RESULTADOS

O pH tem sido monitorado por ser um fator altamente importante para o tratamento via reação de Fenton. De acordo com a tabela 1 pode se observar que no experimento 11 no valor de pH=4 alcança-se 83% de redução de turbidez e 68% de Demanda Química de Oxigênio (DQO). Em pH maior que 4 pode ocorrer a autodecomposição do H_2O_2 desativando o íon ferroso em oxihidroxiferroso o que aumento o caráter sequestrante do OH^\cdot diminuindo seu potencial de oxidação. Após o processo Fenton, se necessário pode-se aumentar o valor de pH que partículas serão facilmente agregadas levando o tratamento para coagulação/floculação (XIANG JUAN e HUI-LONG, 2009).

A concentração de $FeCl_3$ de 25 mgL^{-1} apresentou-se ideal para a remoção de DQO, isto possivelmente devido ao aumento da concentração de radicais OH^\cdot gerados pela reação redox. Usualmente a taxa de degradação aumenta com a elevação da concentração de íons de ferro, contudo, a extensão de incremento leva ao aumento da quantidade não utilizada de sais de ferro, que contribui para o aumento do teor de sólidos dissolvidos totais (SDT) na corrente do efluente e isto não é permitido, é necessário manter a concentração de ferro solúvel dentro dos limites especificados e também controlar a concentração de sólidos dissolvidos totais (SDT) para que fique abaixo dos padrões especificados (PEREIRA et al., 2006). A concentração de polímero aniônico de $1,4\text{ mgL}^{-1}$ também apresentou-se ideal na remoção de DQO, desta forma, pode-se concluir que, provavelmente, compostos orgânicos suspensos além de terem sido oxidados, podem também terem sido coagulados e precipitados com auxílio do polímero aniônico em estudo. Esta ação de coagulação/precipitação constitui uma importante etapa para o tratamento via reação de Fenton (XIANG JUAN e HUI-LONG, 2009).

Na tabela 1 pode ser visualizado que o maior volume de H_2O_2 (660 mgL^{-1}) foi ideal para otimização do processo possivelmente devido ao aumento da concentração de íons ferrosos gerados pela reação redox que podem ser regenerados no processo (eq.7).



Importante ressaltar que os constituintes da matriz tóxica podem influenciar a degradação de compostos durante o processo de Fenton. Espécies orgânicas e inorgânicas, tais como, íons carbonatos e cloretos podem contribuir com para o seqüestro do OH^\cdot e consequentemente diminui a eficiência do processo da degradação (BAUTITZ e NOGUEIRA, 2010) (eq. 8-10).

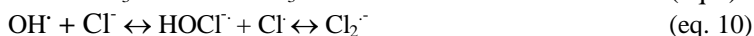


Tabela 1: Otimização da coagulação/floculação e reação de Fenton por Planejamento Fatorial 2⁴.

Parâmetros	Variáveis					
	(-)			(+))		
Concentração de FeCl ₃ (mg.L ⁻¹)	25			70		
Concentração de polímero aniônico (mg.L ⁻¹)	0,6			1,4		
pH	4			8		
H ₂ O ₂ (mg.L ⁻¹)	330			660		
Testes	FeCl ₃	Pol.aniônico	pH	H ₂ O ₂	% redução turbidez	% redução da DQO
1	-	-	-	-	80	56
2	+	-	-	-	74	65
3	-	+	-	-	73	54
4	+	+	-	-	86	56
5	-	-	+	-	70	38
6	+	-	+	-	71	39
7	-	+	+	-	52	39
8	+	+	+	-	58	43
9	-	-	-	+	72	48
10	+	-	-	+	83	60
11	-	+	-	+	83	68
12	+	+	-	+	83	62
13	-	-	+	+	43	29
14	+	-	+	+	52	59
15	-	+	+	+	49	35
16	+	+	+	+	63	42

CONCLUSÃO

Neste trabalho foi reportado a tecnologia de tratamento via coagulação/floculação e reação de Fenton no efluente doméstico da Estação de Tratamento de Esgoto da SANEAGO. O processo em estudo foi otimizado em função da concentração de FeCl₃, polímero aniônico, pH e volume de H₂O₂. Quando valor de pH= 8 o processo é levado a coagulação/floculação e a redução da turbidez fica em torno de 70% e da Demanda Química de Oxigênio 38%.

Sendo assim escolheu-se o ensaio n. 11 quando valor de pH=4, FeCl₃ 25 mgL⁻¹, polímero aniônico 1,4 mgL⁻¹ e H₂O₂ 660 mgL⁻¹, onde foi alcançado 83% de remoção da turbidez e 68% de remoção da Demanda Química de Oxigênio. Neste caso a tecnologia de tratamento predominante foi a reação de Fenton.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à SANEAGO pelo apoio concedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION-APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20 ed. Washington, D.C.: American Public Health Association, 1998.
2. BAUTITZ, I.R.; NOGUEIRA, R.F.P. Photodegradation of lincomycin and diazepam in sewage plant effluent by photo-fenton process. *Catalysis Today*, v. 151, p.94-99, 2010.
3. CAVALCANTE, A.M.; COELHO, G.L.V. Técnicas oxidativas avançadas para a remoção de matéria orgânica de uma corrente de soda exausta de refinaria de petróleo. 145 pg. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2005.
4. GUO, J.S.; ABBAS, A.A.; CHEN, Y.P.; LIU, Z.P.; FANG, F.; CHEN, P. Treatment of landfill leachate using a combined stripping, Fenton, SBR and Coagulation process. *Journal of Hazardous Materials*, v. 178, p.699-705, 2010.
5. PEREIRA, L.C.O.; ROSSO, T.C.A.; CAMPOS, J.C. A utilização do reativo de Fenton na desinfecção de esgotos domésticos com fins de reuso na irrigação de culturas. 124 pg. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Engenharia Ambiental. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2006.
6. PEREIRA, L.C.O.; ROSSO, T.C.A.; CAMPOS, J.C. Fenton's reagent application in the domestic sewers disinfection. *Revista Ambiente e Água*, v.6, n.1, p.65-76, 2011
7. SANEAGO. IT (07.0109/2009). Produção de Supervisão de Laboratório de Esgoto, 18 ago. 2009.
8. XIANG JUAN, MA.; HUI-LONG, XIA. Treatment of water-based printing ink wastewater by Fenton process combined with coagulation. *Journal of Hazardous Materials*, v.162, p. 386-390, 2009.