

VARIANTES DO

MEIO AMBIENTE:

Atuação, interdisciplinaridade e Sustentabilidade

ROGER GOULART MELLO
PATRÍCIA GONÇALVES DE FREITAS
ORGANIZADORES



2021



CAPÍTULO 13

TRATAMENTO DO LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO E DO CONCENTRADO DE UNIDADE DE OSMOSE INVERSA PELO PROCESSO DE FENTON EM UM REATOR DE LEITO FLUIDIZADO

Gabriela Pinheiro Prates, Mestre em Engenharia Química, UNIFACS, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Luiz Mario Nelson de Góis, UNIFACS

Ramiro José Espinheira Martins, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal


RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo tratar o lixiviado de aterro sanitário e o concentrado da unidade de osmose inversa num reator de leito fluidizado usando o processo Fenton, no qual utiliza ferro (II) e peróxido de hidrogénio como catalisador e agente oxidante, respectivamente, formando grupos hidroxilos altamente reativos a compostos indesejáveis. A caracterização dos efluentes brutos apresentou CQO de 12000 mg O₂.L⁻¹ para o lixiviado e 25000 mg O₂.L⁻¹ para o concentrado, indicando clara necessidade de tratamento. Os ensaios Fenton constaram de otimizações, como razão Fe⁺²:H₂O₂, presença de leito fluidizado (carvão ativado e material plástico) e utilização dum pré tratamento por coagulação/floculação. A relação escolhida para os prosseguir os ensaios foi a de 1Fe⁺²:10H₂O₂ por demonstrar valores satisfatórios quer para remoção de CQO (Lixiviado – 57%; Concentrado – 63%), quer no volume de lama gerada (Lixiviado – 260 mL.L⁻¹; Concentrado – 410 mL.L⁻¹). Relativamente à % de remoção de CQO, destacou-se o ensaio na presença de leito de carvão ativado (Lixiviado - 68%; Concentrado - 82%), não diferindo significativamente a percentagem de lama formada. O processo de tratamento prévio por coagulação/floculação, mostrou-se um possível aliado no aumento de remoção de CQO: 90% e 83% para o lixiviado e concentrado, respectivamente. Contudo, pouco favorável foi o volume de lama gerado no processo (Lixiviado – 910 mL.L⁻¹; Concentrado – 870 mL.L⁻¹). Foi comprovado que a reação de Fenton em reator de leito fluidizado, enchimento de carvão – 40% em volume, permite uma elevada eficiência de remoção de CQO.

PALAVRAS-CHAVE: Processo de oxidação avançado, Processo de Fenton, leito fluidizado, lixiviado de aterro sanitário, concentrado de unidade de osmose inversa.

INTRODUÇÃO

O nível de poluição, a que correspondem consideráveis valores de carbono orgânico total (TOC) tem aumentado com o crescimento populacional e industrial, consequência da contaminação de águas devida à descarga de efluentes não tratados nos cursos de água. No entanto, a crescente consciencialização ambiental das populações tem permitido minimizar os efeitos dessa contaminação, promovendo a importância do tratamento dos efluentes, e consequente descarga de forma menos agressiva [1].




O tratamento de efluentes ocorre de diversas formas, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais, tais como: processos físicos, envolvendo em geral, separação de sólidos; processos químicos utilizando reações para alterar a composição molecular, com objetivo de remoção da Carência Química de Oxigênio (CQO); e processos biológicos removendo basicamente a matéria orgânica dissolvida. A maioria dos resíduos contém matéria orgânica, sendo medida de forma indireta pela CQO, que representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar tal matéria e também inorgânica, como ácidos, óxidos e sais [2].

Tem aumentado o número de compostos complexos, que além de difícil degradação, não se tem conhecimento sobre sua exata composição molecular, necessitando assim de processos auxiliares para a total eliminação da sua toxicidade, sendo os processos oxidativos avançados (POA) aliados neste processo. Os POA podem reduzir bastante a CQO, degradando compostos tóxicos, sendo um processo favorável por ter característica não regenerativa. Estes processos podem ocorrer de forma homogênea ou heterogênea, sendo os dois caracterizados pela formação de radicais hidroxilo altamente reativos [3].

Ao analisar parâmetros críticos, tais como pressão e temperatura, quando se trata de moléculas orgânicas, Henry J. H. Fenton descobriu em 1876 que o reagente de Fenton era uma boa alternativa. A reação de Fenton ou reagente de Fenton vem sendo bastante utilizada na oxidação de impurezas ou águas residuais que apresentam características naturais alteradas. Esta reação é uma mistura de peróxido de hidrogênio e ferro (II), o qual atua como catalisador [4].

Apesar do processo ocorrer a temperatura e pressão ambiente e o ferro ser um componente de fácil acesso, tal processo também apresenta desvantagens, tais como a lama formada. Assim, a utilização de H_2O_2/UV e TiO_2/UV tornou-se um grande aliado por reduzir a formação de ião ferroso, consequentemente reduzindo a quantidade de precipitado, sendo a junção desse mecanismo com o reagente Fenton caracterizada como Foto-Fenton em 1993 por Venkatadri e Peters [5].

Entretanto, quando se baseia em processos físicos, a osmose inversa é um dos principais processos abordados, tratando-se de uma separação molecular. Consiste em um tratamento por membrana semipermeável, impermeável para os solutos, sendo estes os materiais indesejáveis, separando deste modo os compostos contidos no líquido baseando-se na diferença de pressão e das moléculas a serem separadas [6].



Tal processo apesar de apresentar vantagens na remoção dos contaminantes, apresenta a desvantagem dos contaminantes não serem efetivamente degradados, sendo necessário um tratamento posterior do concentrado, pois a lama ainda possui uma elevada taxa de contaminantes. Outro processo é a coagulação/floculação, em que a adição de um coagulante, permite uma destabilização das partículas, seguida de aglomeração mediante a adição de um floculante. O processo deve ser otimizado, mediante a seleção do pH ótimo e dosagens ótimas de coagulante e floculante, sendo bastante utilizado como pré-tratamento [6].


O presente estudo tem por objetivo analisar a eficiência do processo de Fenton no tratamento do lixiviado de um aterro sanitário e do concentrado da unidade de osmose inversa, tendo sido realizados um conjunto de ensaios experimentais envolvendo a otimização dos parâmetros reacionais e operacionais.

Segundo Lustosa et al. (2013), os processos oxidativos são uma boa alternativa para tratamento de compostos orgânicos que são altamente resistentes a tratamentos convencionais [7]. Neste contexto Lange et al. (2006), propõem que o emprego do reagente Fenton associado a um tratamento biológico, pode aumentar a biodegradabilidade do lixiviado, elevando a eficiência da remoção de poluentes orgânicos até 80% [8].

O Aterro Sanitário de Urjais (Resíduos do Nordeste – empresa Portuguesa) produz biogás e lixiviado, um dos efluentes bruto a ser tratado neste estudo. Este lixiviado é encaminhado para uma lagoa de homogeneização, de onde segue para uma unidade de tratamento por osmose inversa. Como resultado é gerado um filtrado que é enviado para uma linha de água e o concentrado da osmose inversa para uma lagoa de retenção. Entretanto uma alternativa, aparentemente viável, seria o tratamento do lixiviado e do concentrado por meio do processo de Fenton.

Como mencionado anteriormente, o processo Fenton baseia-se na oxidação catalítica envolvendo peróxido de hidrogênio e ferro (II). Segundo Lange et al. (2006) [8], o processo Fenton baseia-se em 4 etapas principais, ajuste de pH, reação de oxidação, neutralização e precipitação.

Tal reação é condicionada por alguns fatores, tais como o pH, temperatura e a razão dos reagentes. No caso do pH, este deve ser mantido na gama 3 a 5, dada uma melhor estabilidade dos reagentes em meio ácido, pois valores superiores aos especificados podem causar a decomposição do peróxido de hidrogênio, reduzindo a eficiência na remoção da carga orgânica. Com relação a temperatura, apesar de ser uma reação com alta estabilidade térmica, a



temperatura não deve ser muito alta. Além de que após o término da reação, ao se neutralizar o meio que se encontra ácido, a remoção de TOC é facilitada pela formação de hidróxidos de ferro que precipitam e formam uma lama [3].

Outro parâmetro crítico a ser analisado diz respeito a proporção dos níveis de concentração do íon Fe^{2+} e da H_2O_2 , visto que um excesso de ferro no meio leva ao efeito de coagulação e não ao de oxidação química, que é o real objetivo do processo Fenton. As reações do processo Fenton de decomposição do peróxido podem ser representadas pelas equações 1 e 2, descritas a seguir [9].



(2)

Entretanto, como citado anteriormente, os radicais hidroxilas formados são altamente reativos e podem reagir rapidamente com os radicais orgânicos e na ausência de substrato, podem reagir com o Fe^{2+} e da H_2O_2 , como demonstrado nas equações 3, 4 e 5 [10,11].



Deve-se salientar também que tanto na presença do meio ácido como na presença de ferro em excesso, pode ocorrer uma série de reações simultâneas englobando os radicais, seja reação de oxidação com H_2O_2 e o Fe^{3+} ou de redução com o Fe^{2+} [9].

METODOLOGIA

As amostras (lixiviado e concentrado da unidade de osmose inversa) foram todas recolhidas do Aterro Sanitário de Urjais - Resíduos do Nordeste. De início, foi realizada a caracterização dos efluentes através da análise do pH; sólidos totais (ST); sólidos voláteis (SV) e Carência Química de Oxigênio (CQO) [12,13].

A caracterização analítica do lixiviado do aterro e do concentrado da unidade de osmose inversa foi realizada no Laboratório de Processos Químicos, Escola Superior de Tecnologia e Gestão do IPB de acordo com os procedimentos padrão publicados no Standard Methods [14]. Os métodos analíticos utilizados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 9 - Métodos analíticos para a caracterização do efluente [14].

Parâmetro	Método analítico de referência
pH (escala de Sorensen)	Medidor digital da marca inoLab e modelo pH level 1 de acordo com o método 4500-H ⁺ B do Standard Methods (APHA, 2017).
ST (g.L ⁻¹)	Método 2540 B do Standard Methods (APHA, 2017).
SV (g.L ⁻¹)	Método 2540 E do Standard Methods (APHA, 2017).
CQO (mg O ₂ .L ⁻¹)	Método 5220 D do Standard Methods (APHA, 2017).

Algumas amostras foram previamente submetidas ao processo de pré tratamento por coagulação e floculação. As análises de coagulação e floculação utilizaram o equipamento Jar Test (marca ISCO) e o medidor de pH (marca inoLab e modelo pH level 1) conforme procedimento descrito por Eckenfelder Jr [15]. Já os ensaios Fenton se deram em escala laboratorial em um reator batch encamisado com 2000 ml sob agitação e temperatura de 30°C.

Nos ensaios Fenton realizados foram testadas diversas proporções peróxido:ferro (II) e ainda avaliada a eficiência da reação com e sem leito de enchimento fluidizado. A Figura 1 ilustra a instalação experimental utilizada, constituída por banho termostático, agitador magnético e reator.



Figura 1 – Instalação experimental usada nos ensaios de Fenton.

Nos experimentos, ensaios preliminares foram necessários para que se compreendesse o comportamento do efluente bruto frente ao reagente Fenton. Os testes foram realizados com 500 mL de amostra, pH 3 e com volume necessário de peróxido (30%) obtido pela Equação 1, conforme descrito por M.Becerra Díaz et al. (2006) [16].

$$V_{H2O2} = (CQO)/(141,2) \quad (6)$$

Sendo V_{H2O2} , o volume de peróxido necessário em mL para cada litro de amostra a ser tratado e CQO [mg O₂/L]. A partir do volume de peróxido, é possível testar as relações entre os reagentes, sendo o Fe(SO₄).7H₂O a fonte de ferro (II). Ao final da reação, o pH da mistura era elevado, para gama básica, com o objetivo de evitar que substâncias ainda presentes no meio continuassem reagindo. Por fim, ocorre a sedimentação da lama formada.

Encontrada a proporção ótima dos reagentes no reator na ausência do leito, testes na presença de leitos fluidizados foram realizados (enchimento de material plástico e de carvão ativado). Uma vez que os ensaios Fenton podem ser combinados com outros processos de tratamentos prévios, em alguns casos as amostras foram submetidas a um pré tratamento de coagulação/floculação, sendo os ensaios Fenton realizados com o sobrenadante resultante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da caracterização analítica do efluente bruto, tanto do lixiviado quanto do concentrado, seguindo parâmetros como pH; ST; SV e CQO, estão expostos na Tabela 2.

Tabela 10 - Resultados da caracterização dos efluentes.

Parâmetro	Lixiviado	Concentrado
pH	8,5	7,9
Sólidos totais (g/L)	33,1	75,3
Sólidos voláteis (g/L)	11,7	15,4
Carência química de oxigênio (mg/L)	12000	25000

Resultados estes comprovando a necessidade de tratamento eficaz destes efluentes antes de serem descartados no meio hídrico.

Algumas amostras (lixiviado e concentrado) foram submetidas ao processo de pré tratamento por coagulação/floculação com posteriores otimizações do processo: pH, coagulante utilizado, dosagem de coagulante e de floculante. Ensaios preliminares para a análise da dosagem mínima de coagulante (dosagem no qual é possível observar a formação de pequenos flocos) foram realizados, obtendo dosagem de 1mL de RIFLOC 18 frente aos dois efluentes.

Os resultados dos ensaios para o lixiviado e para o concentrado estão expostos nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. As condições dos ensaios escolhidos para a realização em duplicado (400 mL) para recolha do sobrenadante e prosseguir os ensaios Fenton após suas otimizações foram o 8 para o lixiviado e 6 para o concentrado.

Tabela 11 - Ensaios de coagulação/floculação para o lixiviado (floculante: RIFLOC 1001).

Ensaio	VOLUME amostra (mL)	pH	Coagulante	Dosagem coagulante (mL)	Vol. floculante (mL)	Vol. de lama (%)	CQO (% remoção)
1	100	6	RIFLOC 18	1	1	65	-
2	100	6	RIFLOC 1821	1	1	70	-
3	100	6	RIFLOC 18	2	0,5	50	-
4	100	6	FeCl ₃ (400g.L ⁻¹)	7	0,5	48	-
5	400	5	RIFLOC 18	8	3	58	-
6	400	6	RIFLOC 18	8	3	80	-
7	400	5	RIFLOC 18	10	2	40	75
8	400	5	RIFLOC 18	8	2	44	80

Tabela 12 - Ensaios de coagulação/floculação para o concentrado (floculante: RIFLOC 1001).

Ensaio	VOLUME amostra (mL)	pH	Coagulante	Dosagem coagulante (mL)	Vol. floculante (mL)	Vol. de lama (%)	CQO (% remoção)
1	100	6	RIFLOC 18	1	1	31	65
2	100	6	RIFLOC 1821	1	1	43	64
3	100	5	RIFLOC 18	2	1	44	-
4	100	6	RIFLOC 18	2	1	44	-
5	100	5	RIFLOC 18	3	0,7	55	-
6	100	5	RIFLOC 18	2	0,4	50	77

Os ensaios Fenton se deram por meio de uma serie de otimizações segundo alguns parâmetros: proporção Fe²⁺:H₂O₂; presença de leitos fluidizados; presença de pré tratamento por coagulação/floculação, analisando a eficiência do processo através do volume de lama formado e da percentagem de remoção de CQO. Baseado nos estudos realizados por Singa et al. (2017) no qual foi definido o melhor tempo de reação para o ensaio Fenton foi de 150 min, utilizou-se então 2 horas de reação nos ensaios laboratoriais realizados [17].

Baseado na equação 6 foi possível definir a dosagem de peróxido necessária e obtido 25,5 e 53,12 gramas por litro de amostra para o lixiviado e para o concentrado, respectivamente. Definida a quantidade de peróxido, proporções Fe:H₂O₂ (em massa) foram testadas, sendo estas 1:5, 1:10 e 1:15, tendo como fonte de ferro uma solução de sulfato de ferro heptahidratado, com concentração de 100 g.L⁻¹ do FeSO₄.7H₂O e o peróxido a 30% (w/w).

Após definido a proporção ótima, prosseguiu-se para os ensaios com leite fluidizado (40% do volume de amostra a ser tratada). Os resultados dos ensaios Fenton realizados com o lixiviado estão expostos na Tabela 5.

Tabela 13 – Resultados dos ensaios Fenton com lixiviado.

Ensaio	Fe:H ₂ O ₂	Enchimento	Vol. de Lama (%)	CQO final (mg O ₂ .L ⁻¹)	CQO (% remoção)
1	1:5	-	46	2995	75
2	1:10	-	26	5072	57
3	1:15	-	10	8015	33
4	1:10	Carvão ativado	23	3812	68
5	1:10	Material Plástico	43	4162	65

A partir dos resultados conforme Tabela 5, pode-se afirmar-se que o volume de lama gerada varia na razão direta da remoção de CQO, sendo que à maior remoção de CQO (75%) corresponde um volume de lama de 46%, e foi registada para uma razão Fe:H₂O₂ de 1:5. O menor volume de lama produzido, ensaio 3, foi de 10% para uma razão 1:15. Contudo foi adotada como razão mais adequada 1 Fe:10 H₂O₂ (Figura 15), que demonstrou um valor médio mais favorável globalmente, isto é, no que respeita à % de lama produzida e à remoção de matéria orgânica (CQO).

Para os dois enchimentos utilizados, carvão ativado e material plástico, não foi significativa a diferença entre os valores de remoção da CQO alcançados, 65% e 68%. Contudo, a utilização de enchimento proporcionou um aumento de 10 pontos na remoção de CQO, tendo passado de 57% (ensaio 2) para 65-68%. O carvão ativado mostrou um ótimo desempenho global, quer na remoção de CQO (68%), quer relativamente ao volume de lama gerado no processo, 23% (57,5 mL). Comparando o ensaio 2 sem enchimento, 130 mL de lama formada (vol amostra 500 mL) e a utilização de reator com enchimento-carvão ativado (ensaio 4), 57,5 mL (vol amostra 250 mL), podemos concluir que a presença do carvão permitiu uma redução de aproximadamente 12% no volume de lama gerada por litro de amostra a ser tratado.

Refira-se que numa possível aplicação deste processo à escala industrial, deveria ser tido em consideração o fato de o material plástico ser reutilizável, o mesmo não acontecendo com o carvão ativado. Além deste ter um custo elevado, acresceriam custos de deposição em aterro, o que economicamente poderia constituir um entrave.

Processo idêntico ao realizado com o lixiviado foi adotado para avaliar o tratamento do concentrado da unidade de osmose inversa do Aterro sanitário, pelo processo de Fenton, onde os resultados são expostos na Tabela 6.

Tabela 14 - Resultados dos ensaios Fenton com concentrado.

Ensaio	Fe:H ₂ O ₂	Enchimento	Vol. de Lama (%)	CQO final (mg O ₂ .L ⁻¹)	CQO (% remoção)
1	1:5	-	57	6155	75
2	1:10	-	41	9260	63
3	1:15	-	26	11530	54
4	1:10	Carvão ativado	42	4490	82
5	1:10	Material Plástico	35	6880	73

Dentre os ensaios com o concentrado, nota-se o aumento no percentual de lama formada, o que está de acordo com a carga orgânica dos efluentes, indicando uma atenção maior neste processo. A remoção de CQO mais elevada foi obtida para a razão Fe:H₂O₂ de 1:5 (ensaio 1), contudo o menor volume de lama gerado (65 mL) foi obtida para a maior razão Fe:H₂O₂ testada (1:15). Os ensaios subsequentes foram realizados com uma razão Fe:H₂O₂ de 1:10, pois satisfaz mais o compromisso entre os dois parâmetros em avaliação no processo, remoção de CQO e menor volume gerado de lama.

A partir dos resultados com a utilização de leito fluidizado, confirmou-se que a presença de leito reduz ainda mais a CQO. Quanto ao tipo de enchimento mais favorável à remoção de matéria orgânica, o carvão ativado demonstrou vantagem sobre o enchimento de material plástico, com valores para a remoção de CQO de 82% e 73%, respectivamente (ensaios 4 e 5). Relativamente ao volume de lama gerado na reação Fenton, os valores sem e com enchimento não diferem significativamente. Contudo, é para reator com enchimento de material plástico que o processo se revela mais atrativo, 350 mL de lama por litro de concentrado tratado.

Algumas amostras foram previamente submetidas a ensaios de coagulação/floculação, utilizando assim o sobrenadante do processo para a realização do ensaio Fenton. Vale ressaltar que este processo exige a junção dos resultados, visto que houve uma formação de lama preliminar, além duma prévia remoção da CQO. Os ensaios Fenton usando sobrenadante decorreram nas seguintes condições: 250 mL de amostra; temperatura ambiente (28-30°C); 1Fe:10H₂O₂.

O sobrenadante do lixiviado apresentava uma CQO de 2400 mg O₂.L⁻¹ (remoção de 80%), tendo sido gerado no processo 440 mL de lama por cada litro de lixiviado tratado. Já com o concentrado, o sobrenadante apresentava uma CQO de 6000 mg O₂.L⁻¹ e registrou-se a formação de 500 mL de lama por cada litro de concentrado tratado.

A partir destes valores de CQO, por meio da equação 6, foi calculada a quantidade de peróxido necessária, sendo obtido um valor de 5,31 g.L⁻¹ para o lixiviado e 12,75 g.L⁻¹ para o concentrado. Resultados para os ensaios realizados com o sobrenadantes do processo estão expostos na Tabela 7.

Tabela 15 – Resultados dos ensaios Fenton com sobrenadante do pré tratamento por coagulação/floculação.

Ensaio	Efluente	Vol. de Lama (%)	CQO final (mg O ₂ .L ⁻¹)	CQO (% remoção)
1	Lixiviado	70,3	1228	90
2	Concentrado	68,5	4200	83


Como foi possível observar apesar da elevada percentagem em remoção de CQO, a maior desvantagem é a grande quantidade de lama formada, exigindo um posterior tratamento.

Comparando os melhores resultados dos ensaios experimentais realizados (Fenton - F, Fenton com leito de enchimento de carvão ativado - FLC e Fenton com pré tratamento por coagulação/floculação - FPT), concluiu-se que em termos de carência química de oxigênio é possível uma redução de 90% e 83% aplicando um processo de tratamento que inclua uma etapa prévia de coagulação/floculação seguida do processo de Fenton. Pouco favorável, revela-se o volume de lamas gerado nesse processo (910 mL.L⁻¹ e 870 mL.L⁻¹), com os custos relativos ao seu tratamento e deposição em aterro. Uma solução mais equilibrada poderá ser a opção pelo processo de Fenton usando um reator com enchimento de carvão ativado (FLC), pois apresenta um valor interessante em termos de remoção de CQO, sendo o volume de lamas produzidas cerca de 25% e 50% para o lixiviado e para o concentrado, respectivamente, das registadas para FPT.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Relativamente à caracterização dos efluentes referidos no estudo (lixiviado e concentrado), mostra-se clara a necessidade de tratamento (Lixiviado - 12000 mg O₂.L⁻¹; Concentrado - 25000 mg O₂.L⁻¹).

Para o lixiviado, a maior remoção de CQO (75%) verificou-se para razão Fe:H₂O₂ de 1:5, tendo-se revelado desfavorável pelo volume de lama formado (460 mL.L⁻¹ de lixiviado



tratado). A razão selecionada para os restantes ensaios com o lixiviado foi 1Fe:10H₂O₂ que demonstrou ser mais favorável em termos médios (lama formada e remoção de CQO). Sendo assim observou-se uma produção de lama de 260 mL.L⁻¹ e uma remoção de CQO de 57%. Ao avaliar a utilização do reator com enchimento destacou-se a utilização de carvão ativado, alcançando-se uma remoção de CQO de 68%, a que está associada a produção de um volume de lama de 12%.

Como era espectável face a carga orgânica inicial para o concentrado da unidade de osmose inversa foram registrados volumes de produção de lama maiores aos obtidos para o lixiviado. Para o concentrado, com uma razão 1:5 foi obtida uma remoção de CQO de 75%. Contudo a razão adotada foi definida de 1:10 (razão definida ao lixiviado), tendo-se obtido remoção de CQO e volume de lama gerado de 63% e 41%, respectivamente. A utilização de reator para a reação Fenton com enchimento de carvão ativado uma vez mais revelou-se bom desempenho ao que se refere a remoção de CQO (82%), permanecendo o volume de lama gerado praticamente inalterado (intervalo: 350 - 420 mL.L⁻¹). Reação Fenton com enchimento de material plástico obteve uma remoção de CQO de 73%, sendo que o volume de lama gerado foi da mesma ordem de grandeza para o registrado com o carvão ativado.

O processo de tratamento prévio por coagulação/floculação mostrou-se um possível aliado do processo Fenton com o objetivo de melhorar a remoção de CQO, apesar do elevado volume de lama gerado. No que diz respeito ao processo global (pré tratamento + ensaio Fenton), para o lixiviado foi obtido uma remoção de CQO de 90% (1225 mg O₂.L⁻¹) e para o concentrado de 83% (4200 mg O₂.L⁻¹). Para ambos os efluentes, foi significativamente elevada o volume de lama produzido, 910 mL.L⁻¹ de lixiviado tratado e 870 mL.L⁻¹ do concentrado.

REFERÊNCIAS


N. N. Brito and V. B. Marinho Silva, “Processo Oxidativo Avançado E Sua Aplicação Ambiental,” REEC - Rev. Eletrônica Eng. Civ., vol. 3, no. 1, pp. 36–47, 2012.

G. Giordano, “Tratamento e controle de efluentes industriais,” 2004.

M. L. Adário, “Utilização do processo fenton homogêneo no tratamento de efluentes gerados em cabines de pintura da indústria moveleira,” Faculdade de Engenharia UFJF, 2014.

K. Barbusiński, “Fenton reaction - controversy concerning the chemistry,” Ecol. Chem. Eng. S., vol. 16, no. 3, pp. 347–358, 2009.

M. S. Lucas and J. A. Peres, “Decolorization of the azo dye Reactive Black 5 by Fenton and photo-Fenton oxidation,” Dye. Pigment., vol. 71, no. 3, pp. 236–244, 2006.



G. do C. J. Francisco, R. S. F. F. Vendramel, and T. Cabral, “Uso da tecnologia de filtração por osmose reversa para reúso de efluentes em indústria alimentícia,” São Paulo, 2015.

G. M. M. M. Lustosa, J. M. Moita Neto, and C. E. Da Silva, “Degradation of textile effluente by fenton reaction,” *Rev. Virtual Quim.*, vol. 5, no. 5, pp. 973–980, 2013.

L. C. Lange, J. F. Alves, M. C. S. Amaral, and W. R. De Melo, “Tratamento de lixiviado de aterro sanitário por processo oxidativo avançado empregando reagente de Fenton,” *Eng. Sanit. e Ambient.*, vol. 11, no. 2, pp. 175–183, 2006.

L. Freire, “Processos Oxidativos Avançados usando reagente de Fenton para degradação do corante Remazol Azul RGB,” Instituto Politécnico de Portalegre, 2014.

M. S. Lucas and J. A. Peres, “Decolorization of the azo dye Reactive Black 5 by Fenton and photo-Fenton oxidation,” *Dye. Pigment.*, vol. 71, no. 3, pp. 236–244, 2006.

F. C. N. Sassano, “Integração entre os Processos Foto Fenton e Lodo Ativado no Tratamento de Efluentes contendo Compostos Orgânicos Recalcitrantes,” 2008.

SABESP, Norma Técnica Interna SABESP NTS 013 - Sólidos. 1999, p. 8.

S. F. De Aquino, S. De Queiroz Silva, and C. A. L. Chernicharo, “Considerações práticas sobre o teste de demanda química de oxigênio (DQO) aplicado a análise de efluentes anaeróbios,” *Eng. Sanit. e Ambient.*, vol. 11, no. 4, pp. 295–304, 2006.

APHA, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 23th Editi. Washington: American Public Health Associaton, 2017.

W. W. Eckenfelder, *Industrial water pollution control*, 3rd ed. McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 1999.

M. S. Becerra Díaz and S. F. Cadena Ibáñez, “Evaluación de la aplicación del método fenton a nivel laboratorio en la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa Aguas San Juan S.A.S. ESP,” 2016.

P. K. Singa, M. H. Isa, Y. C. Ho, and J. W. Lim, “Treatment of hazardous waste landfill leachate using Fenton oxidation process,” *E3S Web Conf.*, vol. 34, pp. 4–9, 2018.

www.editorapublicar.com.br
contato@editorapublicar.com.br
[@epublicar](https://www.instagram.com/epublicar)
[facebook.com.br/epublicar](https://www.facebook.com/epublicar)

VARIANTES DO
MEIO
AMBIENTE

Atuação, interdisciplinaridade e Sustentabilidade

ROGER GOULART MELLO
PATRÍCIA GONÇALVES DE FREITAS
ORGANIZADORES



2021

www.editorapublicar.com.br
contato@editorapublicar.com.br
@epublicar
facebook.com.br/epublicar

VARIANTES DO
**MEIO
AMBIENTE:**

Atuação, interdisciplinaridade e Sustentabilidade

ROGER GOULART MELLO
PATRÍCIA GONÇALVES DE FREITAS
ORGANIZADORES



2021