

III-144 - ANÁLISE DE REMOÇÃO DE COR E TURBIDEZ EM LIXIVIADO ATRAVÉS DE COAGULAÇÃO COM BIOCAGULANTE A BASE DE MORINGA

Nycolle Nailde de Oliveira Bezerra

Aluna de Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco

Marina Barros Cavalcanti

Aluna de Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco

Krisley Damásio da Silva

Aluna de Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco

Luiz Carlos Zoby Junior

Possui especialidade em Fluidos de Perfuração, Completação e Estimulação pela UFRN (2012), Mestre em Engenharia Química pela UFPE na área ambiental (2011) e graduado em Engenharia Química pela UFPE (2008). Aluno de Doutorado do PPG em Engenharia Química pela UFPE.

Maurício Alves da Motta Sobrinho⁽¹⁾

Engenheiro Químico pela Universidade Católica de Pernambuco, mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande e doutor em Engenharia de Processos pelo Institut National Polytechnique de Lorraine - França. Professor adjunto do Departamento de Engenharia Química da UFPE, Coordenador do PPG em Eng. Química e professor do PPG em Eng. Civil da UFPE. Pesquisador 2 do CNPq.

Endereço⁽¹⁾: Departamento de Engenharia Química da UFPE. Rua Prof. Arthur de Sá, s/n – Cidade Universitária – Recife – PE – 50.740-521 - e-mail: mottas@ufpe.br

RESUMO

O chorume é um líquido escuro gerado pela degradação dos resíduos em aterros sanitários, ele contém alta carga poluidora e é bastante agressivo ao meio ambiente, o qual precisa de um tratamento adequado para garantir a proteção ambiental. Este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da redução da cor e da turbidez do chorume coletado da Central de Tratamento de Resíduos (CTR-PE), localizado em Igarassu, município da Região Metropolitana do Recife, a partir de ensaios de coagulação, utilizando o biocoagulante natural a base de moringa, seguidos de decantação. Os testes foram realizados com o auxílio do Jar Test e da aeração. No Jar Test, as melhores remoções encontradas nesse estudo foram 77,8% e 67,1% para turbidez e cor, respectivamente. Para os testes de aeração apenas foi verificada a remoção de turbidez, e a maior remoção encontrada foi de 87%.

PALAVRAS-CHAVE: Chorume, cor, turbidez, CTR-PE, coagulação, moringa, Jar Test, aeração.

INTRODUÇÃO

O chorume é um resíduo líquido de elevada carga orgânica e forte coloração, produzido pela decomposição química e microbiológica dos resíduos sólidos depositados em um aterro. O impacto produzido pelo chorume no meio ambiente é bastante acentuado. Efeitos adversos podem ser observados no solo, mesmo a distâncias superiores a 100 m do aterro, assim como alterações na biota aquática, principalmente nas imediações do aterro. Por este motivo, a implementação de sistemas de coleta e tratamento é essencial. Processos físico-químicos de coagulação/floculação são aplicados de maneira preliminar, visando melhorar a eficiência de tratamentos subsequentes (MORAIS, 2006).

No processo de coagulação, a mistura entre o coagulante e o chorume provoca a hidrólise, polimerização e reação com a alcalinidade, formando hidróxidos denominados gel, produzindo, na solução, íons positivos. Esses íons desestabilizarão as cargas negativas dos colóides e sólidos em suspensão, reduzindo o potencial zeta a ponto próximo de zero, denominado ponto isoelétrico, permitindo a aglomeração das partículas e, conseqüentemente, a formação de flocos. Os flocos assim formados poderão ser separados do efluente através da decantação, flotação ou filtração (NUNES, 2001).

Geralmente utiliza-se coagulante como, por exemplo, cloreto férrico, sulfato de alumínio, entre outros. Porém, não são biodegradáveis e em altas concentrações podem gerar problemas à saúde. Dessa forma, buscou-se um

coagulante que não é tão tóxico: coagulante a base de semente de Moringa *Oleifera*, o qual é um componente atóxico e biodegradável para a coagulação natural na purificação de água (ARRUDA, 2015).

Este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da redução da cor e da turbidez do chorume coletado da Central de Tratamento de Resíduos (CTR-PE), localizado em Igarassu, município da Região Metropolitana do Recife, a partir de ensaios de coagulação, utilizando o biocoagulante natural a base de moringa, seguida de decantação. Os testes foram realizados com o auxílio do Jar Test e da aeração.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios de coagulação realizados utilizaram o lixiviado proveniente da Central de Tratamento de Resíduos (CTR-PE), em Igarassu, o qual foi usado na forma bruta (sem pré-tratamento). O coagulante utilizado foi um biocoagulante a base de óleo de moringa.

Planejamentos Experimentais

O experimento foi realizado para dois tipos de testes de coagulação. O primeiro foi para a coagulação em Jar-Test (Figura 1) e o segundo para coagulação com aeração, sendo em ambos os experimentos o tempo de decantação igual a 60 minutos.

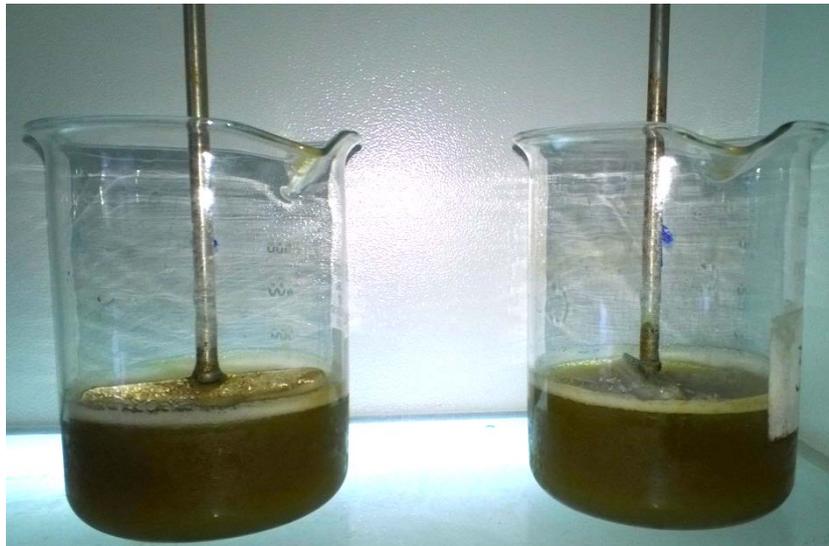


Figura 1- Coagulação em Jar-Test

Para analisar as variáveis que influenciam neste processo de coagulação e otimizar o procedimento, foram elaborados dois planejamentos fatoriais experimentais 2^3 (um para cada tipo de coagulação). Em que as variáveis para a coagulação em Jar-Test são: Velocidade de coagulação (v_c), Tempo de coagulação (T_c) e Volume do coagulante (V_c). E, as variáveis para a coagulação com aeração são: Número de aeradores (N_A), Tempo de coagulação (T_c) e Volume do coagulante (V_c).

As Tabelas 1 e 2 relacionam as variáveis experimentais com os níveis para os planejamentos fatoriais para os experimentos em Jar-Test e com aeração, respectivamente.

Tabela 1. Planejamento fatorial experimental 2^3 para coagulação em Jar-Test

Variáveis Níveis	v_c (rpm)	T_c (min)	V_c (mL)
-1	20	2	0,33
0	40	4	0,83
+1	60	6	1,33

Tabela 2. Planejamento fatorial experimental 2^3 para coagulação com aeração

Variáveis Níveis	N_A	T_C (min)	V_C (mL)
-1	1	2	0,33
0	2	4	0,83
+1	3	6	1,33

Os experimentos de coagulação (tanto no Jar-Test quanto com aeração) foram realizados com várias combinações, as quais foram baseadas nas Tabelas 1 e 2. A Tabela 3 mostra as combinações realizadas, em que para cada uma destas utilizou-se 200mL do lixiviado.

Tabela 3. Combinações utilizadas nos experimentos de coagulação

Combinações	Níveis das variáveis		
	v_C ou N_A	T_C	V_C
1	+1	+1	+1
2	+1	+1	-1
3	+1	-1	+1
4	-1	+1	+1
5	-1	-1	+1
6	-1	+1	-1
7	-1	-1	-1
8	+1	-1	-1
9	0	0	0

Os experimentos de 1 a 8 foram realizados em duplicata e o experimento 9 foi realizado em triplicata.

Para os ensaios em Jar-Test utilizou-se o equipamento de marca Quimis, o qual comporta 3 béqueres e permite o controle do tempo e velocidade de agitação. Os béqueres utilizados eram de 500mL.

Para os ensaios com aeração utilizaram-se aeradores de pequeno porte (utilizados em aquários), os quais possuem aeração por difusores com duas saídas de ar.

Após a realização dos dois experimentos e de suas respectivas combinações, a mistura foi deixada em repouso por 60 minutos para que ocorresse a decantação dos coágulos formados. Em seguida amostras dos sobrenadantes foram retiradas e analisadas quanto a turbidez e a cor.

A turbidez foi determinada na unidade NTU utilizando para isto turbidímetro de marca Quimis (modelo: Q 279 P).

A determinação da cor foi realizada utilizando-se o colorímetro Spectroquant modelo Nova 60 de fabricação MERK.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O lixiviado proveniente do aterro de Igarassu foi submetido a procedimentos de coagulação por meio de dois sistemas de agitação: *Jar test*, agitação mecânica, e aeração, agitação por difusores. Após esses procedimentos, foram avaliadas as remoções da turbidez e cor do lixiviado.

Jar test

O *Jar test* foi realizado para simular condições naturais de precipitação. As condições analisadas nos ensaios foram: velocidade e tempo de coagulação e dose de coagulante. Os resultados obtidos para remoção de cor e turbidez, no *Jar test* com tempo de coagulação de 2 min estão nos gráficos da Figura 2.

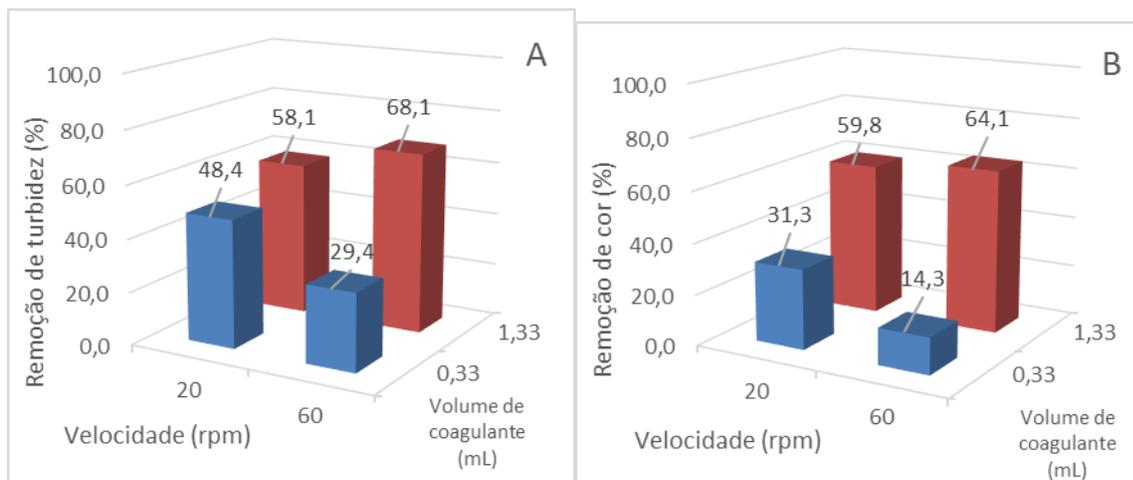


Figura 2 – Efeito da velocidade de coagulação e volume de coagulante sobre a remoção de turbidez (A) e de cor (B) no Jar test de 2 minutos.

Observa-se que com o aumento da dosagem de coagulante, houve aumento significativo na remoção tanto de cor como de turbidez, indicando que este é um fator importante para a eficiência de remoção. Já o efeito da velocidade de coagulação não foi tão evidente, pois com 0,33 mL de coagulante, o melhor resultado foi obtido com agitação de 20 rpm, por outro lado com 1,33 mL de coagulante, as remoções de cor e turbidez aumentaram com a agitação. Estes resultados permitem concluir que para 0,33 mL de coagulante com 2 minutos de coagulação, não há remoção de cor e turbidez eficiente.

Para os ensaios de Jar Test com tempo de coagulação de 6 minutos, as porcentagens de remoção de cor e turbidez estão expressas nos gráficos da Figura 3.

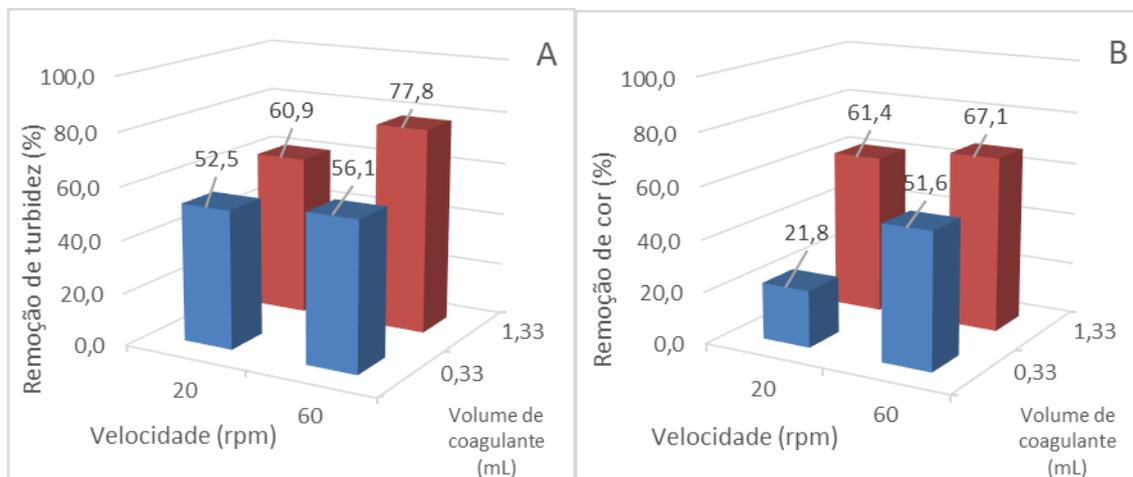


Figura 3 – Efeito da velocidade de coagulação e volume de coagulante sobre a remoção de turbidez (A) e de cor (B) no Jar test de 6 minutos.

Com o aumento do tempo de coagulação, houve o aumento das porcentagens de remoção dos parâmetros avaliados, com exceção da cor para o ensaio com 0,33 mL de coagulante e 20 rpm. Essa exceção pode ter ocorrido pelo fato das condições de dose de coagulante e agitação limitarem o efeito do incremento no tempo, não sendo assim possível observar um aumento da remoção. O aumento do tempo deixou mais evidente o efeito positivo da velocidade de agitação, ou seja, observa-se que o aumento da velocidade de agitação para 60 rpm provoca aumento da remoção tanto de cor com o de turbidez.

Para o ensaio com 0,83 mL de coagulante, agitação de 40 rpm e tempo de coagulação de 4 minutos, a remoção de turbidez foi de 50%, de cor foi de 47,8%. Vale ressaltar que de todos os ensaios de Jar test realizados, a

melhor remoção de ambos os parâmetros foi encontrada no ensaio com 1,33 mL de coagulante, agitação de 60 rpm e tempo de coagulação de 6 minutos, com remoção de 77,8% e 67,1 para turbidez e cor, respectivamente.

Aeração

O ensaio de aeração foi realizado para avaliar o efeito da agitação através de difusores. Os fatores avaliados foram: quantidade de aeradores, tempo de agitação e dose de coagulante. Nos testes de aeração, não foi possível verificar a remoção de cor. A Figura 3 contém o gráfico com os resultados dos ensaios realizados com tempo de agitação de 2 minutos.

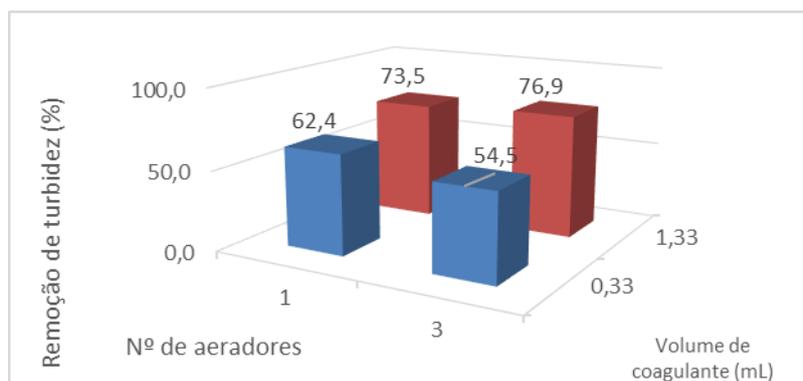


Figura 4 – Efeito do número de aeradores e volume de coagulante sobre a remoção de turbidez no ensaio de aeração de 2 minutos.

A partir do gráfico da Figura 4, é possível perceber que para o tempo de dois minutos, os resultados com 1 e 3 aeradores foram próximos, ou seja, não foi percebido significativo do número de aeradores sobre a porcentagem de remoção de turbidez nessa situação. Já quanto ao volume de coagulante, observa-se um efeito positivo do aumento da dosagem sobre a remoção.

Na Figura 5 está o gráfico com os valores de remoção de turbidez para os ensaios de aeração por 6 minutos.

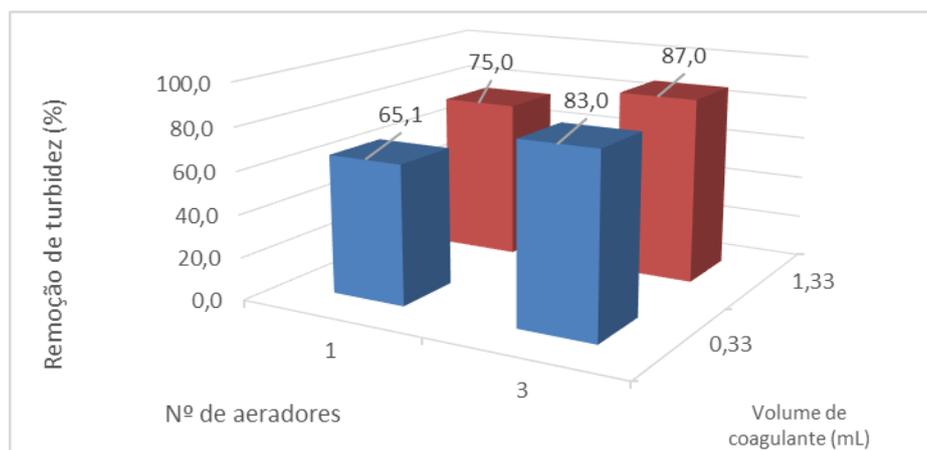


Figura 5 – Efeito do número de aeradores e volume de coagulante sobre a remoção de turbidez no ensaio de aeração de 6 minutos.

O aumento do tempo de agitação para 6 minutos não provocou um aumento na remoção de turbidez nos ensaios com menor aeração. Como no tempo de 2 minutos, o número de aeradores também não teve efeito significativo, então fica evidenciada uma influência mútua entre esses fatores. No ensaio com 3 aeradores e 0,33 mL de coagulante, esse aumento foi muito expressivo, contudo isso pode ter ocorrido devido ao fato do valor inferior encontrado com o tempo de agitação em 2 minutos ser consequência de uma decantação ineficiente para este ensaio. Apesar do tempo de decantação ser o mesmo, visivelmente no momento da análise, este ensaio não apresentou sedimentação adequada. Dessa forma, nestes ensaios, o efeito positivo do aumento do número de aeradores sobre a remoção ficou evidente.

O ensaio realizado em condições intermediárias, 2 aeradores, 0,83 mL de coagulante e 4 minutos, apresentou remoção de turbidez de 53,2%. A melhor condição verificada foi a condição com 3 aeradores, 1,33 mL de coagulante e 6 minutos, que apresentou remoção turbidez de 87%.

Nesse estudo foi possível concluir que o uso de biocoagulante a base de moringa é adequado para a remoção de cor e turbidez por coagulação/decantação. Quanto os tipos de agitação estudados, o ensaio de aeração apresentou maior eficiência de remoção para turbidez que o *Jar test*, com as melhores remoções de 87% e 77,8%, respectivamente, para ensaios com 1,33 ml de coagulante e 6 minutos de agitação. Contudo não foi verificada sua capacidade de remoção de cor. Por isso, o *Jar test* mostrou-se ser o melhor procedimento para remoções adequadas de cor e turbidez.

CONCLUSÕES

Realizando os ensaios de coagulação/decantação determinados através de um planejamento fatorial experimental, foi possível determinar que o uso de biocoagulante a base de moringa é adequado para remoção de cor e turbidez de chorume. Também foram avaliadas as condições ótimas de tempo de coagulação, velocidade de coagulação e volume de coagulante. Percebendo assim, que as melhores condições tanto para *Jar Test* como para a aeração foram com 6 minutos e 1,33 mL de coagulante, verificando que o aumento do tempo de coagulação e volume coagulante tem efeito positivo sobre as remoções de cor e turbidez. Também foi verificada a contribuição da velocidade de agitação, uma vez que as melhores condições foram com 60 rpm e 3 aeradores, para o *Jar Test* e aeração, respectivamente. O procedimento que apresentou melhor desempenho foi o *Jar Test*, pois não foi possível verificar remoção cor pelo método de aeração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARRUDA, C. S. C.; *et al.* **Pós-tratamento de efluente cervejeiro com coagulantes naturais.** InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade. vol. 10. São Paulo: Centro Universitário Senac, 2015.
2. MORAIS, J. *et al.* **Tratamento de chorume de aterro sanitário por fotocátalise heterogênea integrada a processo biológico convencional.** Quim. Nova, Vol. 29, No. 1, 20-23, 2006.
3. NUNES, J.A. **Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais.** 3ª edição revista e ampliada. Gráfica e Editora Triunfo Ltda. Aracaju – SE, 2001.