

TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO DO LIXIVIADO DE UM ATERRO SANITÁRIO CLASSE II DE MATO GROSSO

Jéssica Torres Rocha (*), Danielly Gomes Dos Santos Sobrinho, Leonardo Ribeiro Pimentel, Vanessa Mayumi Nakamura

* Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) – Campus Cuiabá; jessicatorresz@live.com.

RESUMO

Os aterros sanitários devem servir como uma forma de disposição ambientalmente segura dos resíduos e seguir fielmente todos os critérios de projeto, implantação e operação estabelecidas pela ABNT, destacando a necessidade de drenagem e tratamento do lixiviado antes de seu lançamento no corpo receptor. O presente trabalho visa caracterizar o chorume e avaliar a eficiência de remoção de DQO, turbidez e cor aparente por meio de tratamento físico-químico com ensaios jar-test com o sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$) no lixiviado gerado no aterro sanitário de classe II do estado do Mato Grosso. Para o lixiviado bruto realizou análises de Potencial Hidrogeniônico (pH); Turbidez; Cor aparente; Alcalinidade Total; DQO (Demanda Química de Oxigênio); $DBO_{5,20}$ (Demanda Bioquímica de Oxigênio) conforme metodologia descrita no Standard Methods. Constatou-se que a dosagem de 1300 mg/L de $Al_2(SO_4)_3$ com pH a 5,5 obteve a melhor eficiência de remoção, sendo 44,97%, 38,17% e 51,07% para DQO, cor aparente e turbidez, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos, aterro sanitário, jar test, sulfato de alumínio, chorume.

INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios da cidade moderna é a combinação entre a geração excessiva e a disposição ambientalmente segura dos resíduos sólidos, já que a produção aumenta gradativamente com a população, mas a gestão e disposição não têm acompanhado esse ritmo (JACOBI e BESEN, 2011).

Segundo ELK (2007) dentre as atribuições destinadas aos municípios é a de coletar e dispor o seu lixo adequadamente, porém, o que ocorre é a destinação em locais inapropriados, o que provoca degradação do solo, contaminação dos rios e lençóis freáticos, por meio do chorume, e poluição atmosférica, devido à liberação do biogás.

Um aterro sanitário deve ser uma instalação planejada para que os resíduos dispostos ali não causem danos e nem perigos ao meio ambiente (MUNHÖZ, 2002). Segundo Lima (2004), as vantagens da utilização de um aterro sanitário são diversas, sendo dentre elas a solução mais econômica, se comparada a outros processos e disposição do lixo de forma adequada. Além disso, possui grande capacidade de absorção diária de resíduos e condições que garantem a decomposição biológica da matéria orgânica no lixo.

O lixiviado gerado nos aterros sanitários é originado da digestão da matéria orgânica sólida por ação de exoenzimas produzidas pelos microrganismos envolvidos na degradação biológica, em combinação com a água de infiltração e umidade natural dos resíduos. A função dessas exoenzimas é solubilizar a matéria orgânica para que possa ser assimilada pelas células bacterianas. A geração do lixiviado acontece quando o teor de umidade dos resíduos excede sua capacidade de campo, que é definida como a máxima umidade que é retida em um meio poroso sem produzir percolação (EL-FADEL et al., 2002 apud MORAVIA, 2010).

No Brasil a forma mais comum de tratamento é de natureza biológica. Este processo é considerado eficiente em aterros novos, pois o chorume está na fase ácida onde apresenta altas concentrações de ácidos graxos voláteis, elevada carga orgânica, pH baixo e a microbiota metanogênica sem tempo de se desenvolver. Quando o aterro apresenta um volume expressivo de resíduos e já com a microbiota bem desenvolvida, há consumo de ácidos voláteis e os converte em gás carbônico e metano, apresentando dessa forma carga orgânica mais baixa, pH elevado e significativas concentrações de nitrogênio amoniacal permanência de compostos de alta massa molecular é responsável pela redução da sua biodegradabilidade ao longo do tempo (REISDÖRFER, 2015).

Uma vez que não existem processos economicamente viáveis, que permitam reduzir todos os parâmetros ambientalmente relevantes da matriz de chorume, vários trabalhos recentes têm proposto o uso processos físico-químicos de coagulação/floculação aplicados de maneira preliminar, visando melhorar a eficiência de tratamentos biológicos subsequentes (MORAIS et al., 2006).

OBJETIVOS

- Determinar as características físico-químicas dos lixiviados bruto e da lagoa de maturação, provenientes de um aterro sanitário de classe II de Mato Grosso, quanto à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}), Demanda Química de Oxigênio (DQO), pH, alcalinidade, cor aparente e turbidez;
- Tratar o chorume com ensaios em *jar-test* utilizando o sulfato de alumínio como coagulante;
- Avaliar a eficiência de remoção da DQO, cor aparente e turbidez;
- Quantificar o lodo gerado em cada ensaio de coagulação/floculação;
- Avaliar se o efluente tratado enquadra-se nos parâmetros estabelecidos pela legislação do CONAMA 357/2005, complementada e alterada pelo CONAMA 430/2011.

METODOLOGIA

O objeto de estudo trata-se de um aterro sanitário de classe II, situado na região norte do Estado de Mato Grosso, com recebimento diário de aproximadamente 200 toneladas de resíduo em 2017, oriundos de 12 municípios do médio norte do Estado.

Para realizar o estudo, foram coletados os lixiviados bruto e da lagoa de maturação nos meses de março, abril, julho e agosto de 2018. As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Águas e Resíduos (LAQFAR) do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Mato Grosso. Realizou-se as análises dos seguintes parâmetros conforme metodologia descrita no Standard Methods: Potencial Hidrogeniônico (pH); Turbidez; Cor aparente; Alcalinidade Total; DQO (Demanda Química de Oxigênio); DBO_{5,20} (Demanda Bioquímica de Oxigênio).

Utilizou-se o modelo 403 – Alfacit para os ensaios de *jar-test*, composto por 06 reatores com capacidade de 2 L cada, permitindo o alcance do gradiente de até 180 s-1. Os gradientes de velocidade (G), os tempos de mistura e as dosagens de coagulantes foram determinados por meio de bibliografias existentes. Desta forma, optou-se pelas seguintes condições operacionais: gradiente de velocidade da mistura rápida (GMR) de 180 s-1 e o tempo de mistura rápida (TMR) por 60 segundos; gradiente de mistura lenta (GML) de 40 s-1 e o tempo de mistura lenta (TML) por 30 minutos. Para a etapa de sedimentação, transferiu as amostras dos reatores para os cones Imhoff por 1 hora.

O coagulante avaliado nos ensaios foi o sulfato de alumínio [Al₂(SO₄)₃], cujas soluções foram previamente preparadas a 10% pela diluição do composto químico com água destilada (C = 100 mg/ml). Definiu-se o uso de 1.000, 1.300 e 1.500 mg/L de coagulante para as amostras do lixiviado bruto, com variação de 4,0 a 5,50 para o pH, ao qual foi adicionado ácido sulfúrico (H₂SO₄ 5N) para seu controle.

Por fim, realizou-se análises de cor aparente, turbidez, pH e DQO, além da medição do volume de lodo gerado após o tempo de sedimentação.

RESULTADOS

Os resultados da caracterização dos parâmetros físico-químicos das amostras estão apresentados na tabela 01.

Tabela 1. Caracterização do chorume: valores médios dos parâmetros físico-químicos.

Parâmetros	Amostras		
	Bruto (Julho)	Maturação (Julho)	Bruto (Agosto)
pH	8,51	8,68	8,56
DQO (<i>mg O₂/L</i>)	6265	2468,30	5960
DBO _{5,20} (<i>mg O₂/L</i>)	827,50	*	**
DBO _{5,20} / DQO	0,13	*	**
Cor aparente (<i>Hz</i>)	3664,04	1714,04	4508,20
Alcalinidade (<i>ppm CaCO₃/L</i>)	11426,80	3234	**
Turbidez (<i>NTU</i>)	214	114,40	242

* - Não obteve resultado.

** - Não foi analisado.

A recalcitrância do material orgânico pode ser ilustrada pela baixa razão DBO_{5,20}/DQO, a qual indica o nível de biodegradabilidade de um determinado efluente. Quanto menor for esta razão, menos biodegradável é o efluente. Neste trabalho obteve-se valor médio da relação DBO_{5,20}/DQO de 0,13 para o efluente bruto de julho, evidenciando a baixa biodegradabilidade do percolado e sua elevada recalcitrância.

A coloração das amostras de chorume é marrom escura e com a determinação da cor aparente constatou-se valores entre 3.600 e 4.500 Hz, indicando a presença de grande quantidade de compostos dissolvidos e em suspensão. Conforme a resolução CONAMA 357/2005 o valor máximo permitido de cor aparente para lançamento em corpos hídricos de classe 2 e 3 é de 75 mg PtCo/L. Analisando o lixiviado bruto obteve-se 4.508,20 mg PtCo/L (Hz), assim retificando a necessidade de tratamento antes de seu lançamento. Verifica-se também uma elevada turbidez, em razão da alta concentração de partículas suspensas no percolado.

Neste trabalho, o valor de alcalinidade encontrado foi de 11.426,80 ppm CaCO₃/L, valor acima do encontrado por POHLAND & HARPER (1985) em aterros na fase metanogênica (760-5050 ppm CaCO₃/L). Verifica-se então, uma alcalinidade elevada em função dos íons presentes, os quais possuem capacidade de neutralizar ácidos, como bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. Isso indica uma resistência à variação do pH, como por exemplo, para a acidificação da amostra a fim de favorecer o tratamento físico químico.

Quanto aos ensaios de coagulação e floculação do chorume, a melhor faixa de pH e dosagem de Sulfato de Alumínio a ser utilizados foi obtida ao reduzir o pH da amostra para valores entre 4 e 5,50, por meio de diferentes dosagens de coagulante à amostra bruta nos ensaios de *jar-test*. Com isso, foi possível verificar a melhor eficiência de remoção referente aos parâmetros de DQO, turbidez e cor aparente. Além destes, foram analisados cor verdadeira e a geração de lodo, conforme a tabela 02.

Tabela 2. Resultados do lodo gerado e remoção da DQO dos ensaios de *jar-test*.

ID	Amostra bruta	pH*	pH para <i>jar-test</i>	Dosagem de Al ₂ SO ₄ (mg/l)	Lodo gerado (ml/l)	DQO* (mg O ₂ /L)	DQO** (mg O ₂ /L)	Eficiência de remoção da DQO (%)
1	Agosto	8,56	5,49	1300	450	5960	3280	44,97%
2	Agosto		4,40	1300	200		2910	51,17%
3	Agosto		5,40	1000	200		3830	35,74%
4	Agosto		4,27	1000	200		3430	42,45%
5	Julho	8,51	4,05	1500	250	5265,6	4180	20,62%
6	Julho		5,17	1000	200		4240	19,48%
7	Julho		4,20	1000	350		4480	14,92%

* - Resultado da amostra bruta.

** - Resultado após o ensaio de *jar-test*.

Tabela 3. Resultados da remoção da cor aparente e turbidez dos ensaios de *jar-test*.

ID	Cor aparente* (Hz)	Cor aparente** (Hz)	Eficiência de remoção da Cor aparente (%)	Cor Verdadeira (Hz)	Turbidez* (NTU)	Turbidez** (NTU)	Eficiência de remoção da Turbidez (%)
1	4508,2	2787,2	38,17%	2529	242	118,4	51,07%
2		2898,6	35,70%	2299,4		190	21,49%
3		3291,2	27,00%	2727		146	39,67%
4		3106,2	31,10%	2446,8		224	7,44%
5	3664,04	2937,6	19,83%	2322,2	214	210	1,87%
6		2767,8	24,46%	2193,6		137,6	35,70%
7		2967,2	19,02%	2327		194,4	9,16%

* - Resultado da amostra bruta.

** - Resultado após o ensaio de *jar-test*.

Foram realizados ensaios anteriores para estipulação da faixa de dosagem para o chorume em estudo, porém não alcançaram remoções significativas, assim como manter o pH da amostra bruta. Desta forma, apenas 7 ensaios

atingiram eficiência de remoção significativa, contemplando dosagens de 1.000, 1.300 e 1.500 mg/L do coagulante e pH entre 4 e 5,50 corrigidos antes do início do ensaio de *jar-test*.

Ressalta-se a dificuldade de redução do pH das amostras por meio da solução de Ácido Sulfúrico (H₂SO₄ 5N) em razão da elevada capacidade de tamponamento da alta alcalinidade encontrada (11.426,8 ppm de CaCO₃/L), sendo necessário grande volume de ácido para variar o pH de 8,5 para 5 e 4, o que aumenta os custos no sistema de tratamento de chorume do aterro sanitário.

Quanto à DQO, obteve-se melhor eficiência de remoção com a dosagem de 1.300 mg/L e pH a 4,50, alcançando 50%, seguido pelo pH 5,50 com 44,97%, porém com maior geração de lodo (450 mL/L). A problemática do lodo resultante do tratamento de chorume se dá em razão da elevada concentração de metais, seja pelo acréscimo proveniente do coagulante utilizado, seja pelos compostos dos resíduos sólidos que foram lixiviados, sendo necessário dar uma destinação final adequada ao mesmo.

Quanto à cor aparente, obteve-se melhor eficiência de remoção com a dosagem de 1.300 mg/L e pH a 5,50, alcançando 38,17%, com pouca diferença entre o ensaio com pH 4,50 que apresentou remoção de 35,70%.

Quanto à turbidez, obteve-se melhor eficiência de remoção com a dosagem de 1.300 mg/L e pH a 5,50, alcançando 51,07%, seguido pela dosagem de 1000 mg/L e pH 5,50 com 39,67%. Embora 1.300 mg/L e pH 4,50 tenha obtido boa remoção para DQO e cor aparente, quanto à turbidez apresentou somente 21,49% de eficiência de remoção.

É possível verificar que os resultados dos ensaios obtidos nesse trabalho são diferentes dos obtidos por outros autores, reforçando a importância do estudo caso a caso, levando em conta as particularidades da composição dos lixiviados de cada aterro sanitário, bem como as condições operacionais adotadas para cada tratamento.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, constatou-se que a dosagem de 1.300 mg/L de Al₂(SO₄)₃ com pH a 5,50 obteve a melhor eficiência de remoção para o tratamento físico-químico do lixiviado bruto por meio de coagulação e floculação, sendo 44,97%, 38,17% e 51,07% para DQO, cor aparente e turbidez, respectivamente. Percebe-se a necessidade de utilização de um polímero para realizar o tratamento do chorume e atingir valores permissíveis para lançamento em corpos d'água segundo a resolução CONAMA 357 e 430, uma vez que os mesmos se encontram em desacordo.

Verifica-se a complexidade que o chorume de aterros sanitários pode apresentar em razão dos vários parâmetros envolvidos, ressaltando a necessidade de sua análise detalhada para que se possa adotar procedimentos metodológicos que resultem em tratamentos eficientes. Isso é de extrema importância para que o lançamento de efluente respeite as condições e os padrões estabelecido na legislação.

Recomenda-se para estudos futuros a utilização de diferentes coagulantes químicos, como o cloreto férrico, assim como de coagulantes naturais, como o tanino, quitosana ou pó de quiabo, bem como a associação entre eles. Além disso, recomenda-se a avaliação do comportamento do sistema com diferentes gradientes de velocidade e tempo de mistura, tanto rápida quanto lenta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Estabelece normas e padrões para qualidade das águas, lançamentos de efluentes nos corpos receptores e dá outras providências.
2. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.
3. ELK, Ana Ghislane Henriques Pereira van. **Redução de emissões na disposição final**. Rio de Janeiro: IBAM, 2007, p.11.
4. JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. Estud. av., São Paulo, v. 25, n. 71, p. 135-158, Abril 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142011000100010&lng=en&nrm=iso. Acesso em 10 de agosto de 2018.
5. LIMA, Luiz Mario Queiroz. **Lixo: tratamento e biorremediação**. 3º Ed. Hemus, 2004

6. MORAIS, J. L. SIRTORI, C. PERALTA-ZAMORA, P. G. **Tratamento de chorume de aterro sanitário por fotocatalise heterogênea integrada a processo biológico convencional.** Quim. Nova, Vol. 29, No. 1, 20-23, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n1/27850.pdf>>. Acesso em: 10 de agosto de 2018.
7. MORAVIA, Wagner Guadagnin. **Avaliação Do Tratamento De Lixiviado De Aterro Sanitário Através De Processo Oxidativo Avançado Conjugado Com Sistema De Separação Por Membranas.** 2010. 262 f. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.
8. MUNÕZ, Susana Inês Segura. **Impacto Ambiental na Área do Aterro Sanitário e Incinerador de Resíduos Sólidos de Ribeirão Preto, SP: Avaliação dos níveis de metais pesados.** 2002. 158 f. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2002.
9. POHLAND, F. G.; HARPER, S. R. **Critical review and summary of leachate and gas production from landfill.** Cincinnati, OH: USEPA, 1985. 212 p.
10. REISDÖRFER, Gustavo. Kuhn, Daniel. **Avaliação da eficiência da aplicação de coagulante orgânico em chorume para remoção de carga orgânica e nutrientes.** TECNO-LÓGICA, Santa Cruz do Sul, v. 19, n. 1, p. 64-68, jul./dez. 2015.