

## TRATAMENTO DO LIXIVIADOS PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS COM OU SEM COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO

Cinthia Raquel Santos da Silva<sup>1</sup>; Maurício Alves da Motta Sobrinho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental--UFRPE; E-mail: cinthiaraquelsantos@gmail.com,

<sup>2</sup>Docente do Depto de Engenharia Química – CTG – UFPE. E-mail: mottas@ufpe.br ;

**Sumário:** O projeto de pesquisa tem como objetivo o melhoramento no tratamento do lixo, no antigo lixão da Muribeca, hoje Aterro Controlado da Muribeca, localizando na Região Metropolitana do Recife(RMR). O estudo foi focado na degradação da matéria orgânica do lixiviado um processo natural na decomposição do lixo. O estudo que foi realizado através de processos de precipitação por coagulação/floculação seguidos da descontaminação do lixiviado através dos Processos Oxidativos Avançados usando o peróxido de hidrogênio. Os resultados foram satisfatório na remoção máxima da DQO e de cor em relação ao lixiviado bruto, porém nos valores baixos de remoção se justifica pela baixa DQO do lixiviado bruto. Apresentou a maior remoção de COT, do lixiviado coagulado e em relação ao lixiviado bruto, essa remoção de COT.

**Palavras-chave:** coagulação; lixiviado; oxidação avançada;

### INTRODUÇÃO

Segundo Gomes (2009), no lixiviado estão componentes orgânicos e inorgânicos, assim como substâncias tóxicas, provenientes do recebimento de resíduos industriais, ou mesmo perigosas de maneira inadvertida nos aterros. Essas substâncias perigosas que eventualmente existem na massa de resíduos sólidos podem causar danos ambientais se atingirem o lençol freático ou as águas superficiais, além de serem prejudiciais em caso de emissões de gases voláteis para a atmosfera. Esses efeitos danosos podem se estender à comunidade animal e vegetal aquática e aos seres humanos que dela se utilizam.

A composição do lixiviado varia de acordo com o aterro e as oscilações de vazão ao longo do ano e isso se deve ao regime de chuvas que são alguns dos problemas para o tratamento desse efluente (GOMES, 2009). Segundo Lins (2003), essa composição varia com o transcorrer dos anos, de acordo com as fases de vida do aterro, nas quais compostos químicos podem surgir ou desaparecer. As transformações ocorridas durante a degradação da matéria orgânica contida nos resíduos sólidos são do tipo biológicas e podem realizar-se de forma aeróbia ou anaeróbia, segundo a disponibilidade de oxigênio.

Os processos físico-químicos mais comuns que são usados para reduzir os constituintes refratários da MO do lixiviado são: coagulação/floculação (COMSTOCK et al., 2010), troca aniônica (SINGH et al., 2012a), adsorção com carvão ativado (MARANON et al., 2009; SINGH et al., 2012b), e oxidação química (RIVAS et al., 2004.; TIZAOUI et al., 2007). Esses processos físico-químicos são muitas vezes utilizados como pré-tratamento ou pós-tratamento para a etapa dos processos biológicos (TANG, 2013).

Na última década, a aplicabilidade dos Processos Oxidativos Avançados (POAs) para a remoção de MO e aumento da biodegradabilidade dos lixiviados ganhou um interesse significativo por vários pesquisadores (UMAR et al., 2010). Por exemplo, o processo de Fenton remove uma grande variedade de MO e foi estudado por vários investigadores para o tratamento de vários tipos de operações industriais e efluentes residenciais incluindo

lixiviado (DENG e ENGLEHARDT, 2006; GUIMARÃES et al, 2012; MODENES et al., 2012). Também foi estudado por Morais e Peralta-Zamora (2005), Wang et. al. (2002) e Poznyak et. al. (2008) que a degradação dos compostos orgânicos recalcitrantes e a remoção do nitrogênio pode ser conseguida pelos processos de oxidação avançada (POAs). Amokrane et al., (1997) afirmam que o hidróxido de cálcio é o reagente mais utilizado na precipitação química, requerendo, geralmente, entre 1 a 15 mg/L deste reagente no tratamento de lixiviado de aterros. O hidróxido de cálcio pode ser implementado como um pré-tratamento de um sistema biológico uma vez que a cal hidratada remove da solução grande quantidade de metais pesados e parte da matéria orgânica, em especial as substâncias húmicas responsáveis por conferir cor ao lixiviado e inibir processos fotossintéticos e fotoquímicos essenciais ao desenvolvimento dos microrganismos, principalmente nas lagoas facultativas e aeradas (LINS et al., 2007).

Renou et al. (2008) trataram lixiviado de aterro sanitário utilizando 2, 4 e 6 g/L de cal hidratada e obtiveram respectivamente uma eficiência de remoção para DQO de 25,5%, 18% e 0,4%; Nitrogênio Amoniacal uma faixa de 20 a 50%; Ferro, 75%; alcalinidade na faixa de 80 a 90%. Para outros ensaios realizados, estes autores obtiveram uma remoção de 20-30% de DQO, essencialmente macromoléculas orgânicas refratárias, como os ácidos húmicos (RENOU et al., 2008).

Silva (2008) tratando o lixiviado pelo processo de precipitação química promoveu uma pequena remoção de matéria orgânica (19 a 36% de DBO e 10 a 29 % de DQO), além de 60% da cor e 50% da turbidez para um lixiviado biodegradável.

Uma pesquisa avaliou a eficiência do processo de coagulação/floculação seguido do processo oxidativo avançado Reagente de Fenton na degradação do chorume produzido pelo lixão da “Terra Dura”, Aracaju-SE. A demanda química de oxigênio (DQO) obtida foi próxima a 70%, com redução de 61,5% em cor (ARAGÃO et al., 2009).

O chorume gerado pelo aterro sanitário do Cachimba da região metropolitana de Curitiba - PR foi tratado com o processo foto-Fenton. O carbono orgânico dissolvido e a cor tiveram redução de 66% e 59%, respectivamente (GERALDO FILHO et al., 2009).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizados estudos com o lixiviado bruto, de coagulação e floculação, além de realizar a cinética da reação. Foram realizados um pré-tratamento deste lixiviado, processo de precipitação química, com hidróxido de cálcio SP diluído em água destilada (leite de cal), utilizando variáveis de processo como: velocidade de rotação na floculação, tempo de mistura lenta e tempo de sedimentação.

Neste estudo, utilizou-se planejamento fatorial completo 2<sup>4</sup>, envolvendo variáveis dependentes como: massa de coagulante, tempo floculação (mistura lenta), velocidade de rotação na floculação e tempo de sedimentação. O processo de precipitação química foi realizado em um equipamento denominado “Jar Test”. Após a análise estatística, foi identificada a condição ótima do processo de coagulação/floculação.

As amostras foram postas em repouso para decantação pelo tempo determinado no planejamento experimental. Posteriormente, foram medidas a DQO e a cor (colorímetro MERK spectroquant modelo Nova 60). Os dados foram analisados no software Statistica Versão 5.0.

Após o tratamento do lixiviado bruto através do processo de precipitação química, coagulação/floculação em sua melhor condição, aplicou-se os POA utilizando como reagentes uma solução de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) em concentração de 50% (v/v) e sulfato ferroso hepta-hidratado (FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) sólido.

Nesta etapa, os ensaios foram realizados em béqueres de 600 mL contendo 200 mL do lixiviado pré-tratado, foi realizado o ajuste de pH aproximadamente igual a 3 com ácido

sulfúrico (adição lenta), em seguida foram adicionados sulfato ferroso hepta-hidratado ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) e foram adicionados a solução de peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) em concentração de 50% (v/v), deixando sob radiação ultravioleta, ou não, seguindo o planejamento fatorial descrito na Tabela 4. Na Tabela 3, está descrito a que se refere os símbolos -1, 0 e +1. Após um tempo de reação específica para cada ensaio do planejamento foi adicionada uma solução de sulfito para parar a reação e em seguida as amostras foram retiradas e quantificadas suas DQO.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O lixiviado bruto foi analisado sob alguns parâmetros, a fim de caracterizar a sua composição, a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**1 contém os dados da caracterização. Esse lixiviado foi utilizado até o fim dos experimentos.

Tabela 1 - Caracterização do lixiviado bruto

Parâmetros	Resultados
DQO (mg/L)	617,93
DBO (mg/L)	142,10
pH	8,11
Cor (Hz)	535
Turbidez (NTU)	4,85
SST (mg/L)	5,8
SSV (mg/L)	1,8
SSF (mg/L)	4,0
ST (mg/L)	3387,24
SF (mg/L)	771,07
SV (mg/L)	2616,17

Como pode-se perceber, os valores da DQO do lixiviado bruto está muito baixo, isto se deve ao fato que desde 2009 o Aterro não recebe mais lixos. Logo, não seria necessário realizar os tratamentos preliminares proposto na planta de tratamento. Porém, para outras amostras de lixiviado esse tratamento preliminar é necessário, com isso foi realizado os testes laboratoriais para o dimensionamento da planta de tratamento.

Para a análise da melhor condição dos processos de precipitação química com o coagulante de hidróxido de cálcio, obtiveram os seguintes resultados para DQO e cor.

De acordo com os resultados, obteve-se uma remoção máxima de 13,79 % de DQO (ensaio 1) e 6,04% (ensaio 12) de cor em relação ao lixiviado bruto. No ensaio 1, foram obtidas as melhores condições relacionando a DQO e a cor, 13,79% e 5,81% respectivamente, com uma diferença insignificante em relação ao ensaio 12 para a cor, sendo esse ensaio a condição ótima do planejamento. Os valores baixos das remoções, se justifica pela baixa DQO do lixiviado bruto. O lodo gerado nesse procedimento foi menos de 10% do volume para 1L de lixiviado tratado. Esse lodo foi acondicionado e encaminhado para o tratamento adequado.

A Figura 1 mostra os resultados da remoção de COT após o planejamento do POA utilizando o lixiviado preliminarmente tratado por coagulação/floculação com hidróxido de cálcio.

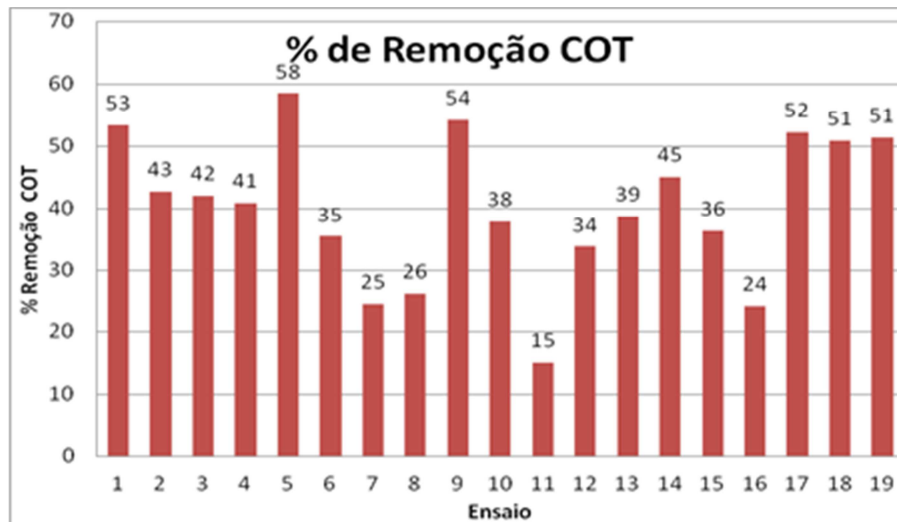


Figura 1. Remoção percentual de COT após POA (Fenton e foto-Fenton).

Analisando os resultados, o ensaio 5 foi o que apresentou a maior remoção de COT, 58% do lixiviado coagulado, apresentando o máximo de dosagem de  $H_2O_2$ , a máxima proporção de  $Fe:H_2O_2$ , tempo de reação mínimo e a máxima de radiação solar. Em relação ao lixiviado bruto, essa remoção de COT foi de 72%.

### CONCLUSÕES

Foi concluído no projeto de pesquisa, que as análises realizadas foram satisfatórias, mesmo se tratando de um Aterro Controlado e que teve suas atividades finalizadas em 2009. O decaimento de DQO e da Cor no lixiviado bruto e do lixiviado tratado, foram mais satisfatório no lixiviado tratado. O uso do POA foi satisfatório na remoção do COT. A variação do pH nas análises de DQO, Cor, Turbidez, Nitrogênio Amoniacal e Nitrato não obtiveram resultados significativos..

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, CAPES, FACEPE, FINEP, MCT e Ministério das Cidades.

### REFERÊNCIAS

- GOMES, LUCIANA P. Estudos de caracterização e tratabilidade de lixiviados de aterros sanitários para as condições brasileiras. Rio de Janeiro, RJ. PROSAB. ABES, 2009.
- LINS, E. A. M. A utilização da capacidade de campo na estimativa do percolado gerado no Aterro da Muribeca. 125 p. Dissertação (Mestrado) – UFPE - Recife, 2003
- RIVAS, F.J., BELTRAN, F., CARVALHO, F., ACEDO, B., GIMENO, O. Stabilized leachates: sequential coagulation–flocculation plus chemical oxidation process. J. Hazard. Mater. v. 116, p. 95–102. 2004.
- SINGH, S.K., TOWNSEND, T.G., BOYER, T.H. Evaluation of coagulation ( $FeCl_3$ ) and anion exchange (MIEX) for stabilized landfill leachate treatment and highpressure membrane pretreatment. Sep. Purif. Technol. v. 96, p. 98–106, 2012a.
- TIZAOUI, C., BOUSELMI, L., MANSOURI, L., GHRABI, A. Landfill leachate treatment with ozone and ozone/hydrogen peroxide systems. J. Hazard. Mater. v.140, p. 316–324. 2007.