

ANÁLISE DE DQO DO LIXIVIADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE LABORÁTORIO DA UFCG APÓS ENCAPSULAMENTO EM MATRIZ DE CIMENTO

Raphael Magalhães de Oliveira Nascimento (1); Nayane Beatriz Brasil (1); Poliana Pinheiro da Silva (2); Ana Cristina Silva Muniz (3); André Luiz Fiquene de Brito (4);

*Universidade Federal de Campina Grande e Laboratório de Gestão Ambiental e Tratamento de Resíduos,
Av. Aprígio Veloso, 58109-970 Campina Grande, Brasil.*

E-mail: (1) raphael.magalhaes@ufcg.edu.br; (2) nayane.brasil@eq.ufcg.edu.br; (3) poli_anapineiro@hotmail.com; (4) anamuniz252@gmail.com; (5) andre.fiquene@ufcg.edu.br.

Resumo: O tratamento de resíduos sólidos de laboratórios é altamente necessário, por terem muito potencial de contaminação, pois, são ricos em componentes químicos e biológicos. Uma alternativa de tratamento é através do encapsulamento em matriz de cimento. No entanto, deve-se verificar a eficácia do processo via uso de aglomerantes. Para isso foi realizada análises de DQO. No projeto foi realizado análise de demanda química de oxigênio do líquido lixiviado do material encapsulado em matriz de cimento, verificando assim o quanto esse método encapsula os contaminantes, uma vez que essa análise consegue quantificar a quantidade de matéria orgânica e inorgânica presentes no material encapsulado oriundo dos metais pesados presentes na massa do resíduo sólido de laboratório.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, Lixiviado, Estabilização, Análises.

Introdução

Os números crescentes de laboratórios em instituições de ensino superior no país implicam, também, no aumento da quantidade de resíduos sólidos perigosos gerados. Tais resíduos contêm alta concentração de substâncias químicas e matéria orgânica, devido ao uso de reagentes em análises químicas laboratoriais. Isso também se aplica na Universidade Federal de Campina Grande, geram resíduos que não podem ser descartados no meio ambiente.

Sendo assim, fez se a coleta do material com intuito de atenuar a toxicidade dos contaminantes, por meio da estabilização por solidificação, em que o cimento aprisiona por meio das reações químicas os contaminantes presentes

nos resíduos sólidos de laboratórios (RSL). Esse método não promove risco ambiental posterior ao processo de tratamento, mas para que se faça tal afirmação é necessária a realização de diversas análises que quantificam o quanto esse corpo de prova pode liberar componentes contaminantes no meio ambiente.

Uma das formas de autenticar o quanto o tratamento deixou os resíduos inertes é extraíndo o lixiviado via digestão química, como forma de sintetizar o fenômeno natural que ocorre ao passar de vários anos. Esse líquido gerado, representam e contém componentes que iriam penetrar no solo e lençóis freáticos. Devido a isso, sua composição é crucial, por terem alta capacidade de contaminação, além de ser uma representação do quanto o tratamento pode perdurar após o descarte do mesmo em lixões, aterros ou até mesmo com utilidade de calçamento.

O lixiviado nesse projeto é feito de forma sintética com o intuito de simular o natural que é acontece por biodegradação de resíduos através do fenômeno da percolação de água da chuva, deteriorando o material sólido, esse líquido é rico de matéria orgânica e inorgânica. (GANDHI et al., 2011).

Nesta pesquisa, a avaliação ambiental ficou relacionada ao parâmetro de demanda química de oxigênio (DQO). A DQO implica o quanto de oxigênio é necessário para a degradação da matéria orgânica presente, ou seja, é possível verificar a presença de contaminantes orgânicos.

Esse método permite quantificar a quantidade de contaminantes através da concentração de oxigênio necessária para oxidar o dióxido de carbono e água, baseando se no fato de a matéria orgânica possa ser oxidada a partir de um forte agente oxidante sob condições de acidez elevada (APHA, AWW, WEF., 1995).

A Organização Mundial da Saúde, através do Ministério da Saúde estabelece como limite de potabilidade para: DQO 10 mg.L^{-1} . Entretanto, como se trata de possíveis efluentes industriais tomou-se como base os limites estabelecidos para os extratos lixiviados e solubilizados.

Com a síntese do lixiviado, o projeto tem como finalidade analisar tal líquido, verificando a presença de matéria orgânica, através da demanda química de oxigênio. Para que o objeto tratado esteja realmente estabilizado, de acordo com o Ministério da Saúde (MS) Portaria 2914 (2011) e pela Resolução CONAMA Nº 430 (2011), a concentração de DQO para o extrato lixiviado deverá estar em torno de 1000 mg.L^{-1} .

Este projeto buscar confirmar que os resíduos sólidos de laboratório da Universidade Federal de Campina Grande contêm matéria orgânica contaminante acima das especificações permitidas, assim como também verificar se ocorre a estabilização dos contaminantes orgânicos desse material através do tratamento por reação em matriz de cimento, mesmo através do passar do tempo, pois a simulação do líquido lixiviado indica a degradação do mesmo no meio ambiente, a quantificação será através da análise de demanda química de oxigênio.

Metodologia

Foi coletado o líquido lixiviado de corpos de prova (os quais contêm resíduos de laboratórios tratados com matriz de cimento) com porcentagem de contaminantes a 0%, 5%, 20% e 35%, além da amostra de lixiviado puro sem tratamento e feito as análises de DQO (Demanda Química de Oxigênio).

O processo analítico de DQO, foi realizado a partir dos preceitos do APHA, AWW, WEF (1995), na qual são utilizados os seguintes componentes:

- 1) Solução digestora na qual foi dissolvido 10,216 g de dicromato de potássio, seco a 103°C durante 2 horas e, 33,3 g de sulfato de mercúrio em aproximadamente 500 mL de água destilada. Adicionando a esta solução 167 mL de ácido sulfúrico concentrado, com cuidado e sob resfriamento. Transferindo para um balão volumétrico de 1000 mL diluindo com água destilada;
- 2) Solução catalisadora, em que foi adicionado 10 g de sulfato de prata (Ag_2SO_4) na forma de cristais em 1000 mL de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4). Deixando em repouso durante 1 a 2 dias para dissolver o sulfato de prata;
- 3) Solução padrão de sulfato ferroso amoniacal 0,025N, preparado da seguinte maneira, dissolveu-se 9,80 g de sulfato ferroso amoniacal hexahidratado em aproximadamente 80 ml de água destilada e adicionar 20 ml de ácido sulfúrico concentrado. Transferindo para um balão volumétrico de 1 litro completando o volume com água destilada, misturando bem.
- 4) Solução indicadora de Ferroína.

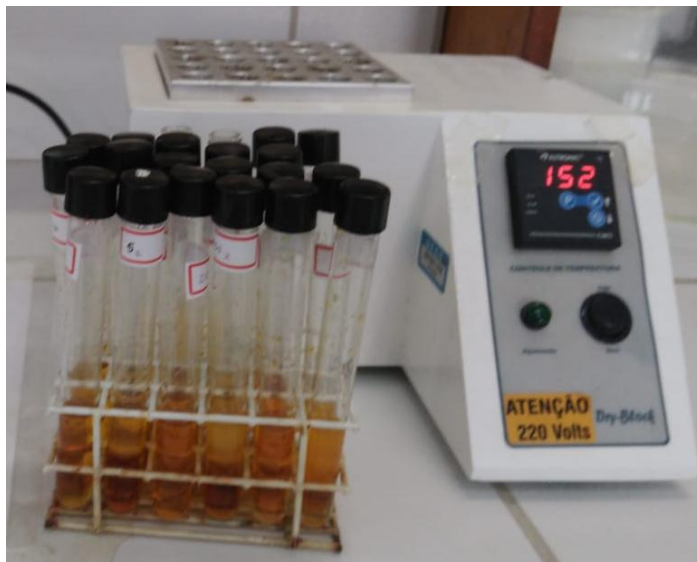
Além disso, também foi diluído todas as amostras de lixiviado na proporção de 1:20 e

1:40 para o lixiviado do resíduo sem tratamento, para melhor avaliação da técnica.

Em seguida foram preparadas as soluções para análise, sendo 2 tubos com prova em branco, 2 tubos com amostra a 0% de resíduos, 2 com 5%, mais 3 com 20%, 2 com 35% e 2 amostras diluídas de lixiviado do resíduo puro. Além da amostra padrão em duplicata também.

- a) A preparação das amostras foi da seguinte maneira: pipeta-se 1,5 ml da solução digestora num tubo de digestão em seguida é adicionado 2,5 ml da amostra e 3,5 da solução catalisadora.
- b) A prova em branco é preparada da mesma maneira que as das amostras, mas com 2,5 ml de água destilada no lugar da amostra;
- c) Os tudo de ensaio são fechados e homogeneizados, e então, colocado para digerir durante 2 horas a 150⁰C em um bloco digestor (Figura 1).

Figura 1 – Amostras pós tratamento no bloco digestor



Fonte: Elaborado pelos autores

Com isso pode-se iniciar a análise de DQO

- I- Após as amostras serem digeridas por duas horas, é transferido o conteúdo para um erlenmeyer, então é completado

com água destilada para um volume de 20 ml e em seguida adicionado uma gota de ferroína a amostra;

- II- É realizada a titulação com a solução de sulfato ferroso amoniacal (0,05 M), o volume de solução ferrosa gasto com as amostras é chamado de VPA;
- III- A prova em branco digerida, também é completado para 20 mL com água destilada, o volume de solução ferrosa na titulação desse é chamado de VPB.
- IV- O fim da titulação é indicado por aparecimento da cor marrom avermelhado, durante o processo poderão a parecer as seguintes cores, verde amarelado, verde musgo, verde azulado, azul claro e por fim marrom avermelhado;
- V- Adicionar uma gota de ferroína e titulada esta prova padrão com solução de sulfato ferroso amoniacal. Chamar o volume de solução ferrosa gasto de VP. A DQO foi obtida através da seguinte equação:

$$DQO \left(\text{mg} \frac{\text{O}_2}{\text{l}} \right) = \frac{(V_{\text{PB}} - V_{\text{PA}}) \times M \times 8000}{V} \quad (1)$$

Em que

VPA: volume da solução ferrosa gasto na titulação da prova que contém a amostra, ml;

VPB: volume da solução ferrosa gasto na titulação da prova em branco, ml;

V: volume da solução da amostra digerida (20 mL).

M: Concentração molar do titulante (0,05 M)

Após a análise de demanda química de oxigênio, foi realizada a análise estatística. Foi usado o soft Minitab® (2017). Foi realizado a ANOVA (Análise de Variância), além da determinação do modelo de regressão com os coeficientes de explicação (MONTGOMERY e RUNGER, 2003).

Resultados e Discussões

Após todo o procedimento, obtivemos os resultados dos volumes titulados, como está disposto da tabela 1.

Tabela 1 – Resultados coletados da titulação da técnica de DQO

Amostras	Prova em Branco	Amostra com 0% de RSL	Amostra com 5% de RSL	Amostra com 20% de RSL	Amostra com 35% de RSL	Amostra com Lixiviado do RSL sem tratamento
I	9,3mL	7,9mL	7,8mL	7,85 mL	6,9mL	7,2mL
II	10,4mL	8,4mL	8mL	7,5mL	7,9mL	8,2mL

Fonte: Elaborado pelos autores

Através da equação (1) podemos calcular os valores de DQO das amostras analisada, logo temos os seguintes valores.

Tabela 2 – Valor Médio do Resultado de DQO

Percentagem	Valor	Unidade
DQO (0% de RSL)	680,00	mg(O ₂)/L
DQO (5% de RSL)	780,00	mg(O ₂)/L
DQO (20% de RSL)	846,67	mg(O ₂)/L
DQO (35% de RSL)	980,00	mg(O ₂)/L
DQO (BRUTO)	1720,00	mg(O ₂)/L

Fonte: Elaborado pelos autores

Com a análise do lixiviado do resíduo sem tratamento, é perceptível que seu despejo, segundo as normas da Conama, é perigoso para o meio ambiente, logo é um contaminante de risco, pois indica um valor de 1720 mg de oxigênio por litro para degradação da matéria orgânica presente nesse material, caso o mesmo seja despejado em alguma fonte hídrica, cada litro iria consumir o oxigênio dissolvido na fonte de água, diminuindo a concentração presente na qual é essencial para a vitalidade de todos seres vivos presentes, como peixes, algas e microrganismos.

O tratamento realizado faz o uso de cimento para reagir com resíduos, mas necessita de aglomerantes como areia e brita para dar sustentação para o corpos de prova construídos, sendo eles blocos compactos, porém a estrutura de sustentação também pode conter contaminantes presentes, logo faz-se a análise de um corpo de prova sem resíduos (0%) para verificar a presença de matéria orgânica, o mesmo apresentou, porem em concentração que

não apresenta ameaça para o meio, pois apresentou em média, 680 mg(O₂)/ L.

Com isso, podemos verificar a real ação do cimento para tratar o resíduo de laboratório, pois devemos retirar a ação, que já é conhecida, dos aglomerantes no material tratado, possibilitando fazer a porcentagem de tratamento de acordo com a porcentagem de contaminantes presente no bloco com matriz de encapsulamento.

A forma de verificar o quanto foi estabilizado é verificar a razão da concentração de DQO do resíduo tratado em relação ao sem tratamento. Em tese, é possível determinar o quanto em porcentagem foi encapsulado do contaminante no cimento. Através da seguinte equação:

$$\text{Tratamento} = \left(1 - \frac{(C_R - C_{0\%})}{C_{puro}} \right) \times 100 \quad (2)$$

Em que

C_R = Concentração de DQO com resíduo tratado;

$C_{0\%}$ = Concentração de DQO do corpo de prova sem resíduo;

C_{puro} = Concentração de DQO do lixiviado do resíduo sem tratamento.

Através dessa equação e fazendo uso dos valores da tabela 2, obtemos os valores percentuais do quanto de resíduos foi estabilizado em relação a concentração de DQO presente.

Tabela 3 – Eficiência do tratamento

Tratamento - Encapsulamento	% de diminuição de concentração de DQO de RSL
Presença de 5% de RSL	94,19 %
Presença de 20% de RSL	88,95%
Presença de 35% de RSL	82,56%

Fonte: Elaborada pelos autores

Sendo assim, é visto que a matriz de cimento tem um papel essencial para estabilização de contaminantes, pois mesmo em um corpo de prova com 35% de sua estrutura contendo resíduo contaminante, apresenta baixo risco para o meio ambiente e promove uma diminuição acima de 80% da DQO do material tóxico, ou seja, seu

lixiviado, caso o corpo de prova seja dispensado e algum aterro, não causara riscos ambientais e de saúde para fontes hídricas.

Visando confirmar se houve diferenças significativas para os tratamentos com 0%; 5%, 20% e 35% de RSL, foi realizada a ANOVA par os fatores os de RSL. A tabela 4 mostra os resultados.

Tabela 4 – Analise de Variância

Fonte	Graus de Liberdade	Soma Quadrática	Quadrado Médio	Valor de <i>p</i>
Regressão	1	104802	104802	0,168
Erro	6	255948	42658	
Total	7	360750		

Fonte: Elaborada pelos autores

A análise de variância mostrou que houve diferença significativa de 83,2% de significância entre o fator percentagem de resíduos sólidos de laboratórios. O ideal é que fosse no mínimo 90%, porém como houve boa atenuação da DQO em relação ao material bruto, pode se afirmar que o tratamento teve êxito.

A equação obtida está apresentada na equação 3.

$$DQO \left(\frac{mg}{L} \right) = 711,9 + 803,9 \cdot (\%RSL) \quad (3)$$

Conclusão

Através da técnica analítica utilizada nesse projeto, foi possível determinar o problema atenuante do resíduo analisado em relação à contaminação por matéria orgânica, que confirmou está acima do permitido pela CONAMA.

Assim como verificar a eficácia e eficiência do tratamento submetido a esse material, encapsulamento em matriz de cimento formando corpos de prova com aglomerantes, em que foi percebido que houve real estabilização do contaminante, assim como houve quedas bruscas na concentração de demanda de oxigênio para degradação da matéria orgânica presente, atingindo eficiência de até 94 %.

Através desses dados coletados, confirmasse que o tratamento citado nesse projeto é uma saída viável para tratar os materiais de despejo de

laboratórios que apresentam possíveis riscos de contaminação ambiental.

Referencias

APHA, AWW, WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 19th.Edition. Amercian Pub; ic Health Association, Washington, DC., 1995.

CONAMA, **Conselho Nacional do Meio Ambiente.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Resolução n. 430, de 13 de Maio de 2011.

GANDHI, G. BARBOSA FILHO, O. CARVALHO, R. J. **Processos físico-químicos para tratamento do chorume de aterros de resíduos sólidos urbanos.** Rio de Janeiro: COAMB / FEN / UERJ / 2011. (Série Temática: Tecnologias Ambientais - Volume 4) 178 p.

MINITAB INC. STATISTICAL SOFTWARE–Data **Analysis Software.** Version 18, 2017.

MONTGOMERY, D.C; RUNGER, G.C. **Estatística Aplicada e probabilidade para Engenheiros.** 2º Ed. LTC Editora. São Paulo, 463p, 2003.

_____.Portaria nº 2914. Padrões de Potabilidade. Ministério da Saúde (2011)