



**XXVIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS
SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2024**

**APROVEITAMENTO DE CINZAS DE MADEIRA COMO AGENTE
ALCALINIZANTE DO LODO DE ESGOTO ANAERÓBIO**

Céfora Guiomar Santos Leão¹; Vanessa Silva Santos²; Eduardo Cohim³

1. Bolsista /CNPq, Graduanda em Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: ceforaleao@gmail.com
2. Mestranda
3. Orientador, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail:edcohim@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: lodo de esgoto; cinzas de madeira; higienização.

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação ambiental afeta o setor de saneamento, que enfrenta desafios devido à urbanização e ao aumento populacional, resultando em mais esgotos e a necessidade de tratamento. No Brasil, o lodo de esgoto, um coproducto do tratamento de esgoto, é principalmente destinado a aterros sanitários (BRINGHETTI et al., 2018).

Os principais métodos de disposição final do lodo de esgoto incluem incineração, aterro, agricultura e reflorestamento (ANDREOLI et al., 2014). A aplicação agrícola é amplamente adotada globalmente devido ao seu custo mais baixo e à presença de matéria orgânica e nutrientes que podem melhorar a fertilidade do solo como alternativa aos fertilizantes (WÓJCIK et al, 2020).

No Brasil, o aproveitamento agrícola do lodo de esgoto é regulamentado pela legislação CONAMA 498/2020, que define limites para patógenos e elementos tóxicos para reduzir riscos de contaminação ambiental e humana. Levando-se em consideração que o lodo bruto não consegue atender parâmetros que possibilite seu uso agrícola, conforme a resolução, faz-se necessário passar por processos químicos e/ou biológicos que estabilize em relação a atratividade de vetores e reduza seu risco microbiológico.

Dentre os tipos de tratamentos aplicáveis ao lodo, a higienização alcalina, com cal, promove a manutenção de um pH. maior do que 12, ocasionando a desnaturação de proteínas com danos às membranas celulares que mantém a integridade celular dos microrganismos (NELSON et.al, 2011). Contudo, têm se buscado materiais alternativos, econômicos e sustentáveis que a cal, como pó de forno com cal, cinzas de biomassa e cinzas

volantes, como opções alcalinizantes (WÓJICK *et al.*, 2020) (MAHADAL *et al.*, 2021).

Com isso, a questão norteadora para a pesquisa que se apresenta, constitui em uma avaliação do aproveitamento de cinzas de madeira como agente alcalinizante do lodo de esgoto anaeróbio, e seu potencial de uso para fins agrícolas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foi utilizado o lodo de esgoto anaeróbio, coletado do manto de lodo do reator UASB proveniente da ETE Jacuípe II – operado pela Embasa S.A., localizada no município de Feira de Santana/BA. Após a coleta, o lodo foi drenado em leito de secagem por 48h, até atingir um teor de umidade entre 80% a 90%.

O agente alcalinizante utilizado foi a cinza de madeira de eucalipto, do gênero *Eucalyptus*, proveniente de uma indústria de um abatedouro de frangos. A caracterização das cinzas como um material alcalinizante foi realizada de acordo com a tabela 1, com a finalidade de se avaliar sua reatividade, potencial de alcalinização e a presença de nutrientes.

Tabela 1: – Parâmetros analisados para caracterização físico-química

Análise	Metodologia
Massa específica (g/cm ³)	NBR 6508 (1984) e DNER – ME - 093/64
Poder de Neutralização	MAPA (2007)
Caracterização química	Espectrometria por fluorescência de raio X (XRF)

O procedimento de coleta do lodo seguiu conforme o disposto na resolução do CONAMA 498/20020 e foi aplicado 4 tipos de tratamento com as seguintes proporções: 0% (lodo controle - LB), 50% (L50), 100% (L100) e 150% (L150) - todos aplicados em relação a massa seca de lodo – sendo a homogeneização feita de forma manual e com posterior armazenamento em sacos herméticos.

As amostras foram monitoradas por 3 semanas em relação a microbiologia, pH e sólidos, com metodologia de ensaios segundo referências da Tabela 2 e análises realizadas semanalmente.

Tabela 2 – Parâmetros de análise da higienização alcalina

Parâmetro	Método	Frequência
pH	Diluição 1:5 em água deionizada com leitura no pHmetro.	Diária, na primeira semana e após, semanalmente
Sólidos Totais, Voláteis	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017)	Semanal
Coliformes Totais e E.coli	EA (2003) – Part 3; APHA (2017)	Semanal

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 descreve a composição de óxidos da cinza, que apresenta alta

concentração de CaO e K₂O. Isso leva a um poder neutralizante satisfatório (=97,97), comparado com a cal, com PN = 125, conforme Alcarde (1996), resultando em um pH >12 nas misturas L100 e L150 durante duas semanas, de acordo com a figura 1. Ao incorporar manualmente as cinzas em proporções de 50%, 100% e 150% em relação a massa seca da amostra do lodo bruto, verificou-se apenas a amostra L50 não atingiu um pH de 12, porém o meio se manteve alcalino mesmo após 21 dias.

Tabela 3 – Composição de óxidos da cinza de madeira de eucalipto

Óxidos	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃
Concentração (%)	2,446	0,575	< LDD*	2,096	6,640	43,460	0,031	0,213	0,337

*LDD: Limite de detecção

Tabela 4 – Características físico-químicas da cinza de madeira de eucalipto

Massa específica (g/cm³)	2,63
Poder de neutralização (%)	98

Tabela 5 – Características físico-químicas do lodo de esgoto do REATOR UASB

pH	ST (%)	SV (%)	Coliformes totais (NMP/gST)	E. coli (NMP/gST)
7,7	18,33	9,64	2,13E+08	5,28E+06

Figura 1 – Monitoramento do pH durante 3 semanas

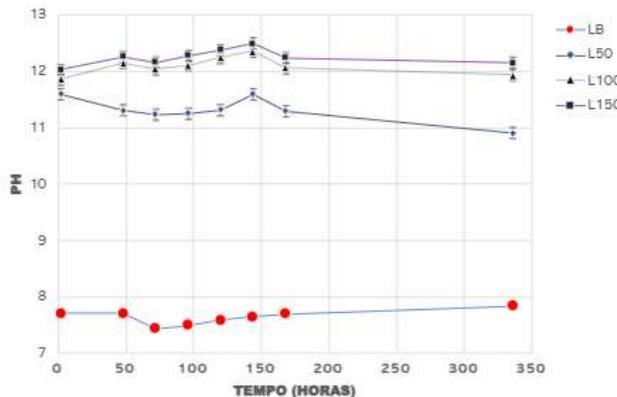


Tabela 6 – Resultados das análises em função do tempo de contato

Amostra	Tempo de contato	Sólidos totais	Sólidos voláteis	Escherichia coli (NMP/g.ST)
LB	2 h	18,33%	8,24%	$5,28 \times 10^5$
	7 dias	17,01%	7,61%	$2,10 \times 10^9$
	14 dias	18,33%	8,21%	$1,34 \times 10^8$
L50	2 h	25,17%	8,71%	$7,02 \times 10^3$

	7 dias 14 dias	23,42%	8,17%	2,18x10 ³
		25,34%	8,70%	1,12x10 ³
L100	2 h 7 dias 14 dias	31,15%	9,14%	7,70x10 ³
		28,65%	8,51%	2,11x10 ³
		31,29%	9,23%	5,76x10 ²
L150	2 h 7 dias 14 dias	35,21%	9,21%	7,70x10 ²
		33,27%	8,57%	6,85x10 ²
		36,2%	9,41%	3,71x10 ²

A adição de cinzas de eucalipto levou a uma redução de *E. Coli* imediata de 3 logs em todos os tratamentos, como mostrado na tab. Quanto mais cinzas foram adicionadas, maior o pH e, consequentemente, a redução do número de *E. coli*. A adição L150 mostrou-se mais eficaz na inativação de *E. coli*, pois reduziu sua contagem para níveis próximos ao limite mínimo de detecção do ensaio após duas horas de contato.

Outro fator estabilizador é o teor de sólidos totais e sólidos voláteis, que para as adições L100 e L150, reduziram a umidade do lodo para quase 65%, o que satisfaz os requisitos de redução de atração de vetores (WÓJCIK *et al*, 2020). Além disso, o teor de SV aumentou com o tempo devido a perca de umidade (aumento de ST). Mesmo acontecendo uma queda aos 7 dias, o teor de SV/ST manteve-se constante.

CONCLUSÃO

O bioassólido gerado na presente pesquisa é um material alcalino que atingiu um teor inferior e/ou próximo a 10³ de *Escherichia coli* para todos percentuais de adição de cinzas nas primeiras 2 h de contato, podendo ser classificado como um bioassólido Classe A, segundo a resolução 498/2020 do CONAMA. Ainda que as taxas de aplicação da cinza para atingir uma desinfecção similar a cal com as cinzas sejam maiores, deve-se levar em consideração que a cinza constitui uma via mais sustentável, por tratar-se de um subproduto de outro processo de produção energética. Assim, o mesmo se mostrou eficaz como um substituto promissor da cal.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, J. C. **Corretivos da acidez dos solos**: características e interpretações técnicas. São Paulo: ANDA, 1992. 26p.(ANDA, Boletim Técnico, 6).

ANDREOLI, C. V., VON SPERLING, M., FERNANDES, F. (2014) **Lodo de esgotos**: tratamento e disposição final, 2a ed., UFMG, Belo Horizonte, 444 pp.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. AWWA - AMERICAN

WATER WORKS ASSOCIATION. WPCF - WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23º ed. Washington, DC.2017, 1545p

ARRUDA, J. A. *et al.* **Uso da cinza de biomassa na agricultura&58; efeitos sobre atributos do solo e resposta das culturas.** Revista Principia, v. 1, n. 30, p. 18-30, 2016.

BRASIL, Resolução CONAMA nº498, de 29 de agosto de 2020. **Critérios de e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados.** Publicado no D.O.U. de 30 de agosto de 2020.

ENVIRONMENT AGENCY. The Microbiology of Sewage Sludge (2003) - Part 3- **Methods for the isolation and enumeration of Escherichia coli, including verocytotoxigenic Escherichia coli.** UK, 2003, p.44

MAHADAL, S. A. *et al.* **Determining the potential of both pure anaerobic sludge and anaerobic sludge mixed with Eucalyptus' ashes as fertilizers.** J Biochem Biotech. 2021; 4 (2): 1-10 2 J Biochem Biotech 2021 Volume 4 Issue, v. 2.

NELSON, D. L; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger.** 5º ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

SILVA, A. M. N. da; ALBUQUERQUE, J. L.; SILVA, E. S.; Santos Filho, D.; BARBOSA, W. D. A biomassa florestal (lenha) como insumo energético para os artesãos da cidade de Tracunhaém/PE. **Custos e @gronegócio online**, Pernambuco: v. 4, n. 3, set./dez. 200.

WÓJCIK, Marta; STACHOWICZ, Feliks; MASŁON, Adam. **The use of wood biomass ash in sewage sludge treatment in terms of its agricultural utilization.** Waste and Biomass Valorization, v. 11, p. 753-768, 2020.