



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXVII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS **SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2023**

Higienização do lodo de ETES para segurança biológica no uso agrícola: Substituição da cal por cinza vegetal no processo de desinfecção do lodo de esgoto

Gabryelle Araújo Trindade Oliveira¹ e Eduardo Henrique Borges Cohim Silva².

1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: gabryellearaujot@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: edcohim@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de esgoto; Higienização; Segurança biológica.

INTRODUÇÃO

A utilização do lodo de esgoto proveniente das estações de tratamento é fundamental para a sustentabilidade do saneamento, este resíduo possui grande potencial nutricional, validando sua utilização para fins agrícolas. No entanto, esta aplicação não deve ser direta, para garantir a segurança biológica torna-se necessário higienizá-lo.

A higienização de lodo de esgoto para fins agrícolas é regulamentada pela resolução Conama 498/2020 que aborda diversos métodos, dentre eles, o tratamento de lodo por processos que proporcionem valores elevados de pH e temperatura, o agente alcalino amplamente utilizado é a Cal, processo conhecido como Calagem.

Entretanto, o uso da Cal é pouco sustentável, além de ser produzido a partir de matéria-prima não renovável, o processo produtivo de uma tonelada de Cal virgem cálcica e dolomítica emitem, respectivamente, 0,785 t e 0,913 t de CO₂, de acordo com Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa.

A cinza vegetal é proveniente do processo produtivo de indústrias que utilizam em seus fornos o poder calorífico do processo de combustão da madeira. Neste processo a madeira funciona como combustível e o oxigênio presente no ar como o congruente. A composição química da madeira varia entre as espécies, no entanto a sua composição elementar pode ser admitida, como: 49 a 50% de Carbono (C), 6% de Hidrogênio (H), 44% de Oxigênio (O), 0,1 a 0,5% de Nitrogênio (N), e teores muito variáveis e pouco expressivas de materiais minerais como: Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Sódio (Na), Potássio (K), Ferro (Fe), Silício (Si), Alumínio (Al), Fósforo (P), Enxofre (S), Manganês (Mn), Estrôncio (Sr), Cloro (Cl), entre outros. Quando a quantidade de oxigênio presente é suficiente a queima é completa e os produtos da reação, são os gases: vapor d'água (H₂O), gás carbônico (CO₂), gás nitrogênio (N₂), e o material particulado, as cinzas, que são compostas pela fração mineral em forma de óxidos: CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O, Na₂O, MgO, MnO₂, SO₃, P₂O₅, SrO, etc. Desse modo, a alternativa da utilização do resíduo, as cinzas vegetais, é essencial para atender o parâmetro cíclico da sustentabilidade.

As justificativas para substituição da Cal por Cinza vegetal são equivalentes à aplicação do lodo de esgoto na agricultura. São produtos tratados como resíduo, sem valor econômico associado e com grande valor ecológico desperdiçado. Além disso, a aplicação desses resíduos com pouco ou nenhum valor agregado reduz o custo da produção agrícola e, conseqüentemente, auxilia no acesso a alimentos de forma contínua e plana, um problema de caráter emergencial no Brasil.

METODOLOGIA

De modo geral, por se tratar de uma metodologia de substituição de substâncias em um processo já existente, o processo de higienização do lodo de esgoto será equivalente.

De acordo com o manual “Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura” a quantidade de Cal a ser utilizada no processo de calagem é determinada de acordo com o seguinte procedimento:

QUANTIDADE DE CAL
Se a calagem for a 50%, ou seja, peso de cal virgem = 50% do peso seco, utiliza-se a seguinte relação para saber a quantidade de cal por m ² (Qcal/m²):
$Qcal (Kg/m^2) = 0,5 \cdot PS (Kg/m^2)$
A necessidade de cal para a calagem de todo lodo do leito é (QTcal):
$QTcal (Kg) = Qcal \cdot \text{Área do Leito} (m^2)$

Figura 1: Quantidade de Cal a ser utilizada no processo de calagem a 50%.

A dosagem a 50% é justificada pela eficiência:

“O lodo calado a 50% do seu peso seco apresenta pH ligeiramente acima de 12,0. Neste nível de pH a totalidade dos patógenos são eliminados, desde que o tempo de ação seja adequado. Os estudos sugerem um prazo de 60 dias de armazenagem após a mistura. É importante citar que a calagem é eficiente na estabilização acelerada do lodo, eliminando os maus odores.”

Diante disto, para análise de eficiência da substituição são necessários ensaios laboratoriais para avaliação química do processo de hidratação da cinza em comparação com o da cal (pH, Calor de hidratação e projeção da dosagem de cinza necessária para obter resultados equivalentes a calagem no lodo de esgoto), analisar a concentração e redução de microrganismos patógenos, em especial, a concentração de Coliformes termotolerantes, além de caracterizar, do ponto de vista de agrônomo, a mistura de cinza vegetal e lodo de esgoto (Potencial nutricional, nitrogênio, potássio e fósforo).

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO

A cal, utilizada no método de higienização, é composta predominantemente por óxidos de cálcio e magnésio, a partir da reação dessas substâncias à água presente no lodo, ocorre o processo de hidratação que provoca a elevação de pH e temperatura, parâmetros responsáveis pelo processo de redução de a gente patógenos, este tipo de procedimento se classifica como "Lodo tratado por processos que proporcionem valores elevados de pH e temperatura", de acordo com a Resolução e deve obedecer os seguintes parâmetros:

"Processos que proporcionem elevação do pH (valores acima de 12, por pelo menos 72 horas) e da temperatura (mantida acima de 50°C, por pelo menos 12 horas durante o período em que o pH estiver acima de 12) e secagem do lodo de esgoto sanitário por exposição ao ar, no caso de materiais que permaneçam com teor de ST maior que 50%, após o período de 72 horas da mistura do material alcalino."

De acordo com a tabela desenvolvida por (ARRUDA ,2006), as cinzas vegetais são ricas em óxidos de cálcio e magnésio.

Tabela 1. Composição química da cinza por diversos autores.

Característica	Moro e Gonçalves (1995)	Dallago (2000)	Vogel <i>et al.</i> (2003)	Maeda, Silva e Cardoso (2008)	Silva <i>et al.</i> (2009)
PN (%)	*	*	*	*	6,5
N (g kg ⁻¹)	1,5	4,9	3,93	1,04	1,6
P (g kg ⁻¹)	1,1	3,5	3,50	3,02	1,8
K (g kg ⁻¹)	4,5	7,4	17,48	11,95	13,0
Ca (g kg ⁻¹)	18,4	391,0	64,08	26,02	19,0
Mg (g kg ⁻¹)	1,6	9,6	7,94	4,18	5,3
S (g kg ⁻¹)	0,5	6,5	*	0,62	1,0
Fe (g kg ⁻¹)	*	*	*	15,48	1,0
Mn (g kg ⁻¹)	*	*	*	1,16	1,1
Cu (mg kg ⁻¹)	*	*	*	34,00	39,0
Zn (mg kg ⁻¹)	*	*	*	48,20	100,0
B (mg kg ⁻¹)	*	*	*	59,80	*
Na (mg kg ⁻¹)	*	*	*	1.002,00	768,0
Cd (mg kg ⁻¹)	*	*	*	*	0,3
Cr (mg kg ⁻¹)	*	*	*	35,00	40,0
Ni (mg kg ⁻¹)	*	*	*	*	22,0
Pb (mg kg ⁻¹)	*	*	*	*	4,0

Fonte: (ARRUDA *et al.*, 2016)

A predominância destas substâncias sugere o comportamento similar no processo de hidratação frente ao lodo de esgoto. As análises laboratoriais devem estabelecer a proporção entre a cinza vegetal e cal, que satisfaz à equivalência das substâncias no que se refere à níveis de pH e temperatura, além do tempo de permanência destes parâmetros a fim de atender aos parâmetros citados anteriormente.

Analisando ainda a composição da cinza vegetal se destacam a presença de potássio, fósforo e nitrogênio, substâncias amplamente utilizadas através de fertilizantes industriais na agricultura, a presença destes nutrientes torna ainda mais relevante a aplicação do biossólido obtido na agricultura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo a respeito dos métodos de higienização com agentes alcalinos, demonstra que a cinza vegetal possui potencial de substituição à cal convencionalmente utilizada na higienização de lodos de esgoto. Além disso, é esperado que o biossólido obtido traga maior valor nutricional à aplicação do lodo higienização na agricultura.

REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I. FERREIRA, A. C.; IHLENFELD, R. G. K.; PEGORINI, E. S. Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura. PROSAB - PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO. Curitiba-PR, 1999.

BRASIL, Resolução CONAMA nº375, de 29 de agosto de 2006. 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 2006.

BRASIL, Resolução CONAMA nº498, de 19 de agosto de 2020. Critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido em solos. Publicado no D.O.U. de 21 de agosto de 2020.

Carrington, E. G. Evaluation of sludge treatments for pathogen reduction: final report. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2001.

EMBRAPA. H. J. B. ARAUJO. CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL MADEIRA - Educação Ambiental - o Desenvolvimento Sustentável na Economia Globalizada - ISBN: 978-65-5109-002-8.

EMBRAPA. R. F. Oliveira; J. F. Júnior; L. B. Teixeira - Composição Química de Cinzas de Caldeira da Agroindústria do Dendê - ISSN 1517-2244 Junho, 2006 Belém, PA.

M. C. Borlini, H. F. Sales; C. M. F. Vieira, R. A. Conte; D. G. Pinatti; S. N. Monteiro- Universidade Estadual do Norte Fluminense - Cinza da lenha para aplicação em cerâmica vermelha -Parte I: características da cinza, Cerâmica 51 (2005) 192-196.

MCT-Ministério de Ciência e Tecnologia. Segundo inventário brasileiro de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa relatórios de referência emissões de gases de efeito estufa nos processos industriais-produtos minerais. Parte II. Produção de Cal. Outros Usos do Calcário e Dolomita. Produção e Uso de Barrilha. Brasília: MCT, 2010a.

S. Sabedot; M G Sundstron; S. C. Böera; C. H. Sampaio; R. G. O. Dias; C. G. Ramos. CARACTERIZAÇÃO E APROVEITAMENTO DE CINZAS DA COMBUSTÃO DE CARVÃO MINERAL GERADAS EM USINAS TERMELÉTRICAS. UFRGS. Rio Grande do Sul, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA (SBQ) - Determinação da alcalinidade de cinzas: uma proposta de ensino mediante uma atividade experimental