

AVALIAÇÃO DA QUANTIDADE DE NITROGÊNIO E DE MICRORGANISMOS PATOGENICOS EM LODO ANAERÓBIO HIGIENIZADO COM CAL PARA REÚSO AGRÍCOLA

Kenia Kelly Barros¹, Lourdinha Florêncio², Mario Kato³, Sávia Gavazza⁴

¹ Engenheira Civil, Mestre em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Doutoranda Depto de Engenharia Civil, UFPE, Recife – PE, (0XX83) 3252 1192, e-mail: kenia.kelly@terra.com.br

² Eng^o Civil, Prof. Doutora, Depto de Engenharia Civil, UFPE, Recife – PE.

³ Eng^o Civil, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Civil, UFPE, Recife - PE.

⁴ Eng^o Civil, Prof. Doutora, Depto de Engenharia Civil, UFPE, Recife – PE

**Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 04 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB**

RESUMO: Os esgotos domésticos, além de outros componentes, contêm microrganismos que se aderem às partículas sólidas para formar o lodo de esgoto. Entretanto, o lodo também contém nutrientes, os quais favorecem seu uso como fertilizante orgânico, após um tratamento alcalino. O objetivo deste experimento foi de avaliar as modificações ocorridas nas características do lodo e seu potencial agrícola após um tratamento alcalino com o uso de $\text{Ca}(\text{OH})_2$. As concentrações de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ elevaram o pH do lodo para valores acima de 12 e provocaram um ambiente desfavorável à sobrevivência dos microrganismos patogênicos. Os dados obtidos mostraram que o lodo tratado com $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pode ser usado na correção de solos ácidos ou como fertilizante orgânico, desde que a relação entre fertilidade do solo e os requisitos de nutrientes para as culturas seja conhecida.

PALAVRAS-CHAVE: LODO, ESTABILIZAÇÃO, REÚSO AGRÍCOLA

ASSESSMENT OF NITROGEN AND PATHOGENIC MICROORGANISM CONCENTRATIONS IN ANAEROBIC SLUDGES TREATED WITH LIME FOR AGRICULTURAL REUSE

ABSTRACT: Domestic sewage contains microorganisms that associate to solid particles to form sewage sludge. The sludge also contains nutrients, which favours its use as organic fertilizer, after alkaline treatment. The purpose of this experiment was to evaluate the modifications occurred in the characteristics of the sludge and its agricultural potential after alkaline treatment with $\text{Ca}(\text{OH})_2$. The concentrations of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ used in the treatment increased the sludge pH to above 12 and provoked an unfavourable environment for the survival of pathogenic microorganisms. The data showed that sludge treated with $\text{Ca}(\text{OH})_2$ can be used for the correction of acid soils or as organic fertilizer, provided the relation between soil fertility and plant nutrient requirements is known.

KEYWORDS: SLUDGE, ALKALINE TREATMENT, AGRICULTURAL REUSE

INTRODUÇÃO: Os esgotos domésticos contêm microrganismos, que, nas etapas de tratamento, se aderem às partículas sólidas que irão formar o lodo, subproduto das estações de tratamento de esgotos (ETE). Este resíduo também contém nutrientes (N, P e K), que conferem ao mesmo um valor agrônômico que o torna atrativo como fertilizante, após um tratamento de higienização, para reduzir os níveis de microrganismos patogênicos. A estabilização alcalina é um dos

principais processos de higienização e consiste na mistura da cal virgem ou hidratada ao lodo, o que provoca um ambiente desfavorável à sobrevivência dos patógenos presentes no lodo. A adição de cal ao lodo causa uma perda de nitrogênio (em torno de 50%); mesmo assim, um lodo digerido anaerobiamente e higienizado com cal apresenta um teor médio de 15 kg de N/t de matéria seca (ILHENFELD et al, 1999). Os limites estabelecidos para o uso do lodo na agricultura, com relação aos patógenos são: 0,25 ovo viáveis de helmintos/g de matéria seca e 10^3 NMP de coliformes fecais/g de matéria seca, os quais são recomendados pelas normas da CETESB e pelo Programa Interdisciplinar de Pesquisas em Reciclagem Agrícola de Biossólidos do Estado do Paraná (SANTOS et al, 2001). O lodo higienizado pode ser usado na correção de solos, na adubação de jardins ou de espécies que passarão por processos de industrialização. O teor de nitrogênio do lodo é um fator determinante no seu reuso agrícola, visto que a quantidade de lodo a ser adicionada em uma gleba será definida em função da recomendação agrônômica de nitrogênio (FERNANDES et al, 2001). O objetivo deste trabalho foi analisar as modificações nas características físico-químicas e microbiológicas ocorridas no lodo, quando este foi submetido à estabilização alcalina com o uso de cal hidratada, Ca(OH)_2 , e avaliar a possibilidade de reuso agrícola do lodo caledado.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi instalado na ETE Mangueira, a qual recebe esgotos provenientes de três bairros de baixa renda da cidade do Recife-PE. O sistema de tratamento utiliza reator UASB composto por 8 células, como principal unidade para remoção da matéria orgânica, seguido de uma lagoa de polimento, que tem como objetivo principal a remoção de microrganismos patogênicos. Entre janeiro de 2003 a maio de 2004 realizaram-se descargas do lodo de excesso nas 8 células do reator UASB, que individualmente correspondem a um reator independente, em seu respectivo leito de secagem. O lodo seco, após 20 dias, foi misturado a Ca(OH)_2 , em dosagens de 30, 40 e 50% em relação ao peso do lodo seco. Para obter as dosagens desejadas, acrescentou-se a 20 kg de lodo seco, respectivamente, 6, 8 e 10 kg de cal. Logo após, esta mistura era disposta em leiras, nos leitos de secagem e, para minimizar o problema da volatilização da amônia, estas foram cobertas com uma lona plástica até o fim do período de maturação (60 dias), sendo reviradas duas vezes por semana, para garantir a eficiência do tratamento. As análises das amostras foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental - LSA, da UFPE. Todos os ensaios físico-químicos foram baseados no Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater (1995); a concentração de nitrogênio total (NTK) foi determinada através da metodologia descrita por KIEHL (1985) e os exames bacteriológicos e parasitológicos, através das metodologias de HIGASKINO et al (1998) e MEYER et al (1978).

RESULTADOS E DISCUSSÕES: A Tabela 1 mostra as concentrações de NTK, em g de N/ t de matéria seca (100 - 105° C), no lodo de descarte, seco e higienizado (60 dias de maturação).

Tabela 1: Concentrações de NTK verificadas durante o tratamento

Tratamento	NTK (kg de N/t de MS)							
	Leito 1	Leito 2	Leito 3	Leito 4	Leito 5	Leito 6	Leito 7	Leito 8
Lodo de descarte	15	18	17	19	15	16	15	18
Lodo seco	11	12	10	11	13	13	13	15
30% de Ca(OH)_2	8	8	9	10	8	10	11	13
40% de Ca(OH)_2	6	6	7	8	7	9	10	8
50% de Ca(OH)_2	6	5	6	8	6	8	8	7

De acordo com os resultados da Tabela 1, após a maturação, houve uma perda de N no lodo, mesmo as leiras estando cobertas com lona plástica. As maiores perdas foram observadas quando proporções de 50% de cal hidratada, em relação ao peso do lodo seco, foram aplicadas. E todas as concentrações de N ficaram abaixo da média mencionada pela literatura consultada (15 kg de N/t de MS). Neste caso, para uma recomendação de adubação seria necessário conhecer a relação entre a fertilidade do solo e a

quantidade de nutrientes a ser aplicada para se obter a produção desejada. Na Tabela 2 estão registrados os valores de pH, imediatamente após a aplicação de cal hidratada (dia 0) ao lodo seco e depois de 60 dias.

Tabela 2: pH do lodo higienizado

Concentração de Cal	Dias	Leito 1	Leito 2	Leito 3	Leito 4	Leito 5	Leito 6	Leito 7	Leito 8
30% de Ca(OH) ₂	0	12,5	12,7	12,8	12,8	12,6	12,5	12,7	12,7
	60	11,7	11,0	11,6	11,5	11,3	11,2	11,1	11,2
40% de Ca(OH) ₂	0	12,7	12,9	12,9	12,9	12,8	12,7	12,9	12,9
	60	11,9	11,2	11,8	11,7	11,5	11,4	11,4	11,4
50% de Ca(OH) ₂	0	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	13,0	13,0
	60	12,1	11,4	12,0	11,8	11,7	11,7	11,6	11,6

A adição de cal ao lodo seco foi capaz de elevar o pH para valores acima de 12 em todas as amostras estudadas, como estava previsto na literatura, o que gerou condições inóspitas à sobrevivência dos microrganismos patogênicos. Mas, 60 dias não foi suficiente para reduzir um pH maior que 12 para valores iguais ou próximos à neutralidade, o que comprometeria as características do solo e o desenvolvimento da cultura. Para atingir um pH próximo da neutralidade, seria preciso um período maior de maturação, em torno de 120 dias ou mais. Os valores de densidades de coliformes fecais encontrados nas diversas fases do tratamento estão contidos na Figura 1

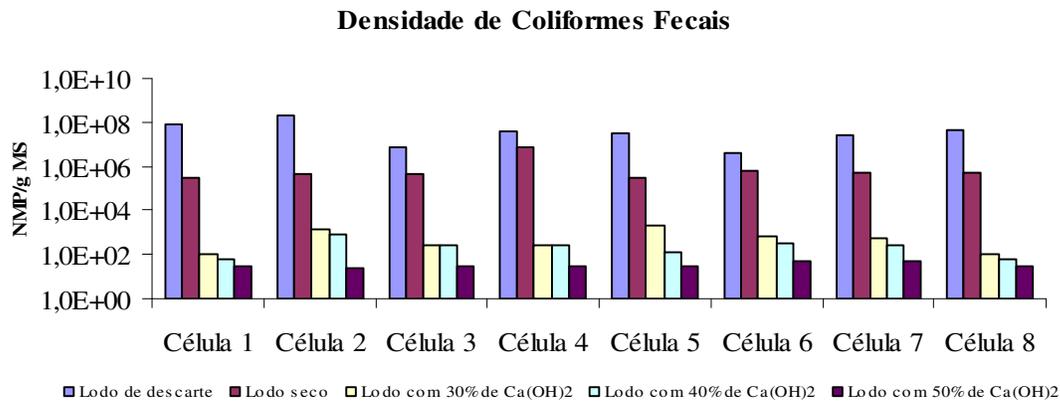


Figura 1: Densidade de coliformes fecais encontradas no lodo das células de 1 a 8.

Com relação à densidade de coliformes fecais, o tratamento alcançou significativas porcentagens de remoções (máximo de 7 logaritmos na célula 2, ao usar 50% de Ca(OH)₂). Os resultados obtidos com a estabilização alcalina atenderam aos limites estabelecidos pelas normas apresentadas neste trabalho para caracterizar o perfil sanitário do lodo (menos que 10³ NMP/g MS), em todas as concentrações de Ca(OH)₂ utilizadas. As Tabelas 3 e 4 mostram as quantidades de ovos de helmintos, viáveis e não viáveis, encontradas no lodo durante o tratamento.

Tabela 3: viabilidade dos ovos de helmintos contidos no lodo das células de 1 a 4, durante o tratamento

Tratamento	Célula 1		Célula 2		Célula 3		Célula 4	
	Ovos viáveis	Ovos não viáveis						
Lodo de descarte	5464	1639	7717	0	11251	0	9698	0
Lodo seco	6667	3333	4500	2000	7000	3000	4000	2000
30% de Ca(OH) ₂	0	1667	3000	6000	2000	6000	1000	2500
40% de Ca(OH) ₂	0	2727	3000	6000	2000	5000	1000	2000
50% de Ca(OH) ₂	0	2500	0	7000	0	6000	0	2500

Tabela 4: viabilidade dos ovos de helmintos contidos no lodo das células de 5 a 8, durante o tratamento

Tratamento	Célula 5		Célula 6		Célula 7		Célula 8	
	Ovos viáveis	Ovos não viáveis						
Lodo de descarte	14064	0	12198	0	13945	0	17379	2397
Lodo seco	6000	2000	7000	3000	4500	2500	10465	8721
30% de Ca(OH) ₂	1000	5000	1500	2500	500	3500	0	2000
40% de Ca(OH) ₂	2000	4000	1000	1500	500	2000	0	2000
50% de Ca(OH) ₂	0	5000	0	2400	0	3000	0	1750

Os ovos de helmintos foram totalmente inviabilizados, em todas as amostras estudadas, quando uma concentração de 50% de cal hidratada foi aplicada ao lodo, o que está dentro dos limites exigidos pelas normas aplicadas ao estado do Paraná e em São Paulo (CETESB), para caracterizar o perfil sanitário do lodo (menos que 0,25 ovo viável de helminto por grama de matéria seca).

CONCLUSÕES: As concentrações de cal aplicadas ao lodo foram capazes de elevar o pH da mistura para valores acima de 12, garantindo a eficiência do tratamento. No entanto, para reduzir o pH a valores próximos da neutralidade, seria preciso um tempo maior de maturação. Mesmo com a perda de N, devido à volatilização da amônia, o lodo higienizado pode ser utilizado como fertilizante orgânico, em pequenas propriedades, desde que se conheça a relação entre a fertilidade do solo e os requisitos de nutrientes para as culturas. A concentração de 50% de Ca(OH)₂ foi a que apresentou melhores resultados na remoção de microrganismos patogênicos, inviabilizando os ovos de helmintos e reduzindo 7 casas decimais na densidade de coliformes fecais, classificando o lodo calcado como um resíduo capaz de ser reutilizado na agricultura sem restrições.

AGRADECIMENTOS: À equipe técnica e aos bolsistas do Laboratório de Saneamento Ambiental – LSA/UFPE; ao CNPq, através do programa CT-HIDRO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA, AWWA, WEF. Standard methods for examination of water and wastewater. 19th edition. Washington DC, 1995.
- FERNANDES F, LARA A.I, ANDREOLI C.V, PEGORINI S.E. Normatização para a reciclagem do lodo de esgoto, cap 06. **In:** Reciclagem de biossólidos – transformando problemas em soluções, 2^a edição. SANEPAR, Finep. Curitiba, PR, 2001. p. 271; 282 – 283.
- HIGASKINO C.E.K, TAKAMATSU A.A, BORGES J.C, BALDIN S.M. Determinação de coliformes fecais em amostras de lodo de esgoto por fermentação em tubos múltiplos, cap. 04. **In:** Manual de métodos para análises microbiológicas e parasitológicas em reciclagem agrícola de lodo de esgoto. SANEPAR. Curitiba, PR, 1998. p. 44 – 50.
- ILHENFELD R.G.K, PEGORINI E.S, ANDREOLI C.V. Fatores limitantes. **In:** Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura – PROSAB, SANEPAR. Rio de Janeiro, RJ, 1999. p. 51 – 52; 55.
- KIEHLL E.J. Análise de fertilizantes orgânicos, cap. 11. **In:** Fertilizantes orgânicos. Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo, SP, 1985. p. 414 – 421; 424 – 431; 437 – 442.
- MEYER K.B, MILLER K.D, KANESHIRO E.S. (1978). Recovery of ascaris eggs from sludge. **In:** J. of parasitology, 64 (2), 1978. p. 380 – 383.
- SANTOS H.F. Normatização para uso agrícola dos biossólidos no exterior e no Brasil, cap. 10. **In:** Lodos de esgotos: Tratamento e disposição final - Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, vol. 06. DESA – UFMG, SANEPAR. Belo Horizonte, MG, 2001. p. 441 – 454.