



XXVII

CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

ANALIS
VOLUME IV



Sociedade Brasileira
de Engenharia Agrícola



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

Poços de Caldas-MG

1998

CONBEA98
XXVII CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

COMISSÃO ORGANIZADORA

Diretor Presidente
ANTÔNIO MARCIANO DA SILVA

Tesoureir
MOACIR DE SOUZA E SILV

Diretor Presidente Adjunto
MANOEL ALVES DE FARIA

Tesoureiro Adjunt
VITOR HUGO TEIXEIR

Secretário
FÁBIO MOREIRA DA SILVA

Diretor Técnico
LUIZ ANTÔNIO LIM

Secretário Adjunto
ÉLIO LEMOS DA SILVA

Secretaria Executiv
EDSON PEREIRA LIM

Diagramação, Fotolito e Impressão

Suprema Gráfica e Editora
(032) 551-2546

***Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e
Catalogação da Biblioteca Central de UFLA***

Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (27.:Poços de Caldas, MG)

Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Poços de Caldas,
1998 / editado por Manoel Alves de Faria...[et al] -- Lavras: UFLA/SBEA, 1998.

4v. --(Conteúdo: v. 1 e 2 - Engenharia de água e solo - v. 3 - Máquinas e
mecanização agrícola e energia na agricultura - v. 4 - Construções rurais e ambiência, Ciência
e Tecnologia de pós-colheita, Topografia, fotogrametria e sensoriamento
remoto, Saneamento e controle ambiental e pesquisa, ensino, extensão e política
Profissional)

Bibliografia.

1. Engenharia agrícola. 2. Congresso. I. Faria, Manoel Alves de. II. Título.

CDD -630
-631.3
-621.8

mais elevado será o pH, com valores acima de 9,0, podendo chegar até 10,5, isso ocorre devido a precipitação do fósforo solúvel, Mendonça (1990). A fotossíntese remove dióxido de carbono mais rapidamente do que sua reposição pela atividade bacteriana, com isso causa também elevação do pH. A estratificação de algas em lagoas de estabilização facultativas pode acontecer diariamente e pode ocasionar o aparecimento de grandes quantidades de algas no efluente, este aumento das algas aumenta também os valores da DBO₅, DQO e SS. A redução de DBO₅ das lagoas facultativas é da ordem de 70 a 90%, neste trabalho verificou-se através da média anual que a percentagem de redução da DBO₅ ficou entre 90 e 91 %, seria um excelente resultado caso fosse um resultado mensal. Segundo Metcalf-Eddy (1981), a relação DBO₅/DQO varia de 0,4 a 0,8, porém esta relação não foi observada nas medições feitas neste trabalho.

CONCLUSÕES: O monitoramento mensal de lagoas em série (anaeróbia, seguida de facultativa) permitiram observar: Os valores de pH estão dentro daqueles esperados para o tipo de lagoa estudada. Os altos valores de pH estão associados a grandes concentrações de oxigênio dissolvido. Os níveis de OD observados nas lagoas indicaram intensa atividade fotossintética, e os valores observados no corpo receptor indicaram que há consumo de OD, indicando níveis inadequados deste parâmetro para o corpo receptor. A DBO₅ do esgoto bruto está de acordo com aqueles indicados pela literatura e a remoção de DBO₅ tanto na lagoa anaeróbia como na lagoa facultativa superaram aqueles valores indicados. A relação DQO/DBO₅ superou, em muito, aqueles valores indicados pela literatura. Para melhorar a qualidade do efluente final, seria adequado instalar pelo menos uma lagoa de maturação após o sistema de lagoas facultativas, pois este tipo de lagoa permite a remoção de patógenos, devido ao prolongado tempo de residência, juntamente com a penetração de luz solar, especialmente raios ultravioletas (lagoas rasas), favorecendo assim a sedimentação de ovos e larvas de helmintos e a esterilização (remoção de coliformes fecais), respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BACK, J.F. Caracterização de sistemas de Lagoas de estabilização profundas - Lagoas em série, Campina Grande - PB - agosto de 1986.
- GUIMARÃES, J.R.L. Caracterização de lagoas profundas - lagoas - facultativas primárias, Campina Grande - PB - setembro de 1986.
- MENDONÇA, S. R, Lagoas de estabilização e aeradas mecanicamente, companhia de água e esgoto da Paraíba, 1990.
- METCALF - EDDY, Tratamiento y depuración de las aguas residuales, Editora Labor, S. A Calabria, Barcelona - 29 (1977), 2ª edição, junho de 1981.
- SANEPAR, Companhia de Saneamento do Paraná, material didático.

AValiação de Lodo de Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários Visando o Uso Agrícola¹

Q155

DAMASCENO, Simone². GOMES, Benedito Martins³ e CAMPOS, José Roberto⁴

RESUMO: Amostras de lodo da Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários de Barueri-SP (ETE-Barueri), que trata parte do esgoto gerado na cidade de São Paulo, foram caracterizadas quanto aos parâmetros: Ca, Mg, K, S, P e os metais pesados Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn, com o objetivo de avaliar a qualidade deste lodo para a utilização na agricultura. Os resultados de metais pesados foram comparados com os padrões de disposição de lodo no solo da EPA (Environmental Protection Agency) utilizados nos Estados Unidos. Em função dos padrões da EPA, o lodo foi classificado como lodo de boa qualidade, podendo ser utilizado na agricultura e até mesmo em gramados e jardins de residências, contribuindo assim para a minimização da disposição irregular de lodo no ambiente, para a reciclagem de nutrientes e para o condicionamento físico do solo pelo fornecimento de matéria orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de esgoto, uso agrícola, metais pesados

ABSTRACT: Samples of dehydrated sludge from Barueri Wastewater Treatment Plant, which treat one part of wastewater generated in São Paulo City, were analysed for the following parameters: Ca, Mg, K, S, P and the heavy metals Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn. The results of heavy metals were compared with the maximum limits of concentration of heavy metals in the sludge to soil disposal from EPA (Environmental Protection Agency). With respect to the limits of EPA, the sludge was considered as a good quality sludge, and under these standards to heavy metals it allowed to be used in grassplot and house gardens. This utilization, respecting the guidelines, is interesting because it minimizes the irregular sludge disposal in the environment and it allows the recycle of nutrients and the supplying of organic matter to a physic conditioning of the soil.

KEYWORDS: Sewage sludge, agricultural use, heavy metals

INTRODUÇÃO: O tratamento de esgotos sanitários normalmente é feito pela separação de sólidos sedimentáveis (tratamento primário) e conversão de sólidos dissolvidos e coloidais por processos biológicos (tratamento secundário) em metabólicos, apresentando com produtos finais: a) efluente tratado; b) lodo que contém grande parte da carga orgânica do esgoto bruto original; c) gases que são lançados na atmosfera. Os lodos dos processos primário e secundário são usualmente misturados antes da disposição. O lodo de esgoto apresenta-se tipicamente com 98 % de água. Dos sólidos contidos, 70 a 80 % são matéria orgânica incluindo óleos e graxas. Podem ser encontradas quantidades apreciáveis de contaminantes, refletindo as características do esgoto bruto do qual ele foi derivado. É considerado valioso adubo orgânico proporcionando diversos

¹Parte da dissertação de mestrado apresentada pelo autor à Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo

²Eng. Agrônomo, mestre em Engenharia Civil, aluna de doutorado do curso de Energia na Agricultura da UNESP/Botucatu. FAX: 014-8219050

³Eng. Agrícola, mestre em Engenharia Civil, aluno de doutorado do curso de Irrigação e Drenagem da UNESP/Botucatu.

⁴Eng. Civil, Prof. Titular do Depto. de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.

SYSNO 1019741
PROD -002183

benefícios, entre eles o fornecimento de nutrientes para as plantas (N e P), o aumento do teor de alguns micronutrientes essenciais (especialmente Zn, Cu, Mn e Mo), o aumento da capacidade de retenção de água do solo, além de proporcionar também uma melhor estruturação do solo pela presença de matéria orgânica (Anglian, 1991). No entanto o lodo pode conter organismos patogênicos e metais pesados, além de outros compostos. A concentração de metais pesados no lodo é muitas vezes significativa. Do volume de esgoto que entra na estação, 1% corresponde ao volume de lodo produzido e, este contém entre 50 e 80% da quantidade de metais que entra na estação (Lester *et al.*, 1983). Nos últimos anos a produção de lodo tem aumentado consideravelmente devido à construção de novas estações de tratamento e ao aumento do número de conexões na rede de esgoto, levando as autoridades a se preocuparem com as alternativas possíveis de disposição. Entre as principais opções de disposição de lodo no ambiente encontram-se: 1. disposição no solo (uso agrícola, florestas, áreas de recuperação); 2. disposição em aterro; 3. disposição no mar; 4. incineração. O Brasil, um país em desenvolvimento em que se está fomentando a proteção dos recursos hídricos através do tratamento dos esgotos, vem se deparando com o problema da disposição do lodo gerado nesses tratamentos. Dentro desse contexto o presente trabalho tem por objetivo caracterizar o lodo gerado no tratamento de esgotos sanitários, principalmente quanto ao teor de metais pesados com vistas à possibilidade de disposição na agricultura.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi desenvolvido na estação de tratamento de esgotos de Barueri (ETE Barueri) que trata parte do esgoto gerado na cidade de São Paulo (Brasil), pelo processo dos lodos ativados. A vazão de esgoto é de 7 m³/s, colocando-a como uma das maiores estações de tratamento de águas residuárias da América do Sul. A produção diária de lodo desidratado é de aproximadamente 150 ton/dia (lodo primário + secundário). Na estação foram coletadas amostras de lodo desidratado. Tais amostras foram analisadas quanto aos seguintes parâmetros: concentração de Ca, Mg, K, S, P e os metais pesados Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn. As metodologias adotadas para as determinações encontram-se descritas na American Public Health Organization (1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados apresentados na Tabela 1 referem-se às médias dos parâmetros determinados nas amostras. Como no Brasil ainda não há padrões para a disposição de lodo no solo, utilizou-se os limites de concentração máxima de metais pesados no lodo para aplicação no solo da EPA (Environmental Protection Agency) dos Estados Unidos, como forma de avaliação da qualidade do lodo da ETE-Barueri para aplicação no solo. Comparando-se as concentrações de metais pesados no lodo da ETE-Barueri com os padrões da EPA, observa-se que este lodo pode ser considerado como de boa qualidade, podendo ser utilizado na agricultura e até mesmo em gramados e em jardins de residências. Tal utilização é de interesse por contribuir para a minimização da disposição irregular de lodo no ambiente, a reciclagem de nutrientes, a redução do uso de fertilizantes minerais e por fornecer matéria orgânica para o condicionamento físico do solo. Korentajer (1991) comenta que, desde que os padrões sejam devidamente respeitados, a disposição de lodo na agricultura pode ser vista como uma das principais rotas de disposição para as grandes somas de lodo gerados nos centros metropolitanos. Atualmente no Brasil, muitas vezes os lodos são estocados em tanques, dispostos em aterros e em alguns casos dispostos em áreas próximas dos locais de geração.

CONCLUSÕES: De acordo com os padrões da EPA, o lodo da ETE-Barueri tem qualidade para ser utilizado na agricultura em função da concentração de metais pesados. Como no Brasil não se

tem rotina de disposição de lodo no solo, há necessidade da elaboração de estudos que avaliem cuidadosamente a questão da disposição de lodos no solo e também outros métodos de disposição de acordo com as características do lodo e as condições locais e regionais. Além destes, estudos microbiológicos do lodo são de extrema importância tendo em vista os riscos de transmissão de patógenos por estes resíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- AMERICAN PUBLIC HEALTH; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 18ed. Washington, APHA/AWWA/WPCF, 1992.
- ANGLIAN WATER. *Manual of good practice for utilisation of sewage sludge in agriculture* Cambridgeshire, p.53, 1991.
- KORENTAJER, L. A review of the agricultural use of sewage sludge: benefits and potential hazards. *Water S.A.*, v.17, n.3, jul, p.189-196, 1991.
- LESTER, J. N., et al. Significance and behavior of heavy metals in wastewater treatment process. II. Sludge treatment and disposal. *The Science of the Total Environment*, v.30, p.45-83, 1983.
- SIEGER, R.B.; HERMANN, G.J. Land application requirements of the new sludge rule: *Water/Engineering & Management*, august, p.30-35, 1993.
- ZABEL, T.F. Diffuse sources of pollution by heavy metals. *Journal of the Institution of Water Environmental Management*, v.7, p.513-520, 1993.

Tabela 1: Resultados dos parâmetros determinados no lodo da ETE-Barueri e os limites máximos de concentração de metais pesados no lodo para disposição no solo, da EPA

Parâmetro	Concentração	Limite máximo para disposição no solo(EPA)*
% peso seco		
P	0,64	—
K	0,13	—
Ca	17,13	—
Mg	1,88	—
S	1,54	—
Fe	4,57	—
Mg/kg peso seco		
Cd	12,68	39,00
Cr	1.064,93	1.200,00
Cu	737,58	1.500,00
Mn	152,57	—
Ni	386,10	420,00
Pb	181,83	300,00
Zn	1.378,67	2.800,00

*Fonte: Sieger & Hermann (1993)