

POTENCIAL DE REUSO AGRÍCOLA DO LODO DE ESGOTO DOMÉSTICO

Ivo Zution Gonçalves¹, Michelle Machado Rigo¹, João Carlos Madalão¹, Luciano Bestete Oliveira¹, Camila Aparecida da Silva Martins¹ Giovanni de Oliveira Garciaⁿ

¹ UFES/Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal, Alto Universitário, s/nº, Guararema, Caixa postal: 16, CEP: 29500-000, Alegre ES, E-mails: ivo_ufes@yahoo.com.br; michelle.rigo@gmail.com; joaocarlosagr@hotmail.com; luciano.bestete@hotmail.com; camila.cca@hotmail.com, giovanni@cca.ufes.br

Resumo- A disposição final dos resíduos das estações de tratamento de esgotos é uma crescente preocupação mundial, com reflexos na disponibilidade e na qualidade da água para consumo humano e animal e nas atividades econômicas. O presente trabalho relata os resultados obtidos na operação da estação de tratamento de esgoto (ETE) situada no município de Jerônimo Monteiro no sul do Espírito Santo. O município de Jerônimo Monteiro, localizado no interior do Espírito Santo, com uma área de 162,164 km², possui uma população de 11.235 habitantes (IBGE,2009) onde 80% do seu esgoto é tratado pelo SAAE. Foram coletadas amostras do lodo de esgoto para análise química de macro e micronutrientes e assim verificar seu potencial de uso na agricultura. Conforme os teores de metais pesados e nutrientes, o biossólido foi avaliado com alto potencial de uso agrícola.

Palavras-chave: água, produção, biossólido.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

Nos dias atuais é possível observar grande deteriorização dos mananciais de água para consumo direto. Von Sperling (1997) vincula esse fato, primariamente ao crescimento populacional nas últimas décadas, notadamente nos meios urbanos, além do aumento na produção de diversas atividades agroindustriais. Em consequência, decorre a geração de grande quantidade de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Sendo o lançamento, desses resíduos nos corpos d'água naturais conduzem ao estabelecimento de processos poluidores aos sistemas aquáticos e comprometendo os usos ao qual aquele recurso hídrico estava destinado (VON SPERLING, 1997).

Sabe-se basicamente, a origem do efluente doméstico (despejos industriais, água de infiltração, despejos residenciais) e diante disso, constatou-se que esse contém aproximadamente 99,99% de água e 0,1% de sólidos, sendo essa última fração composta de sólidos orgânicos como proteínas, carboidratos e lipídeos; sólidos inorgânicos como amônia, nitrato, ortofosfatos; microrganismos com bactérias, fungos, protozoários, vírus e helmintos etc. (VON SPERLING, 1997). A presença de tais elementos (potencialmente tóxicos) é responsável por efeitos adversos sobre o ambiente, repercutindo na economia e na saúde pública (YABE e OLIVEIRA, 1998).

Dessa forma, o objetivo dos sistemas de tratamento de esgoto, quando produzem o lodo, é

concentrar as impurezas e o material potencialmente poluidor dos esgotos neste subproduto. Por isso o lodo é o concentrador de nutrientes, da matéria orgânica, dos metais pesados, dos organismos patogênicos e de outros elementos que podem oferecer risco ao meio ambiente e à saúde humana, caso não sejam controlados e monitorados adequadamente (FERREIRA e NISHIYAMA, 2003). A disposição final dos resíduos das estações de tratamento de esgotos é uma crescente preocupação mundial, com reflexos na disponibilidade e na qualidade da água para consumo humano, animal e nas atividades econômicas. O biossólido é um produto orgânico do sistema de tratamento de esgotos, rico em matéria orgânica e nutrientes, em especial o N o P, com potencial para aproveitamento agrícola, isolado ou em combinação com adubos minerais. (LEMAINSKI e SILVA, 2006).

O biossólido, por ser um resíduo que contém teores elevados de matéria orgânica e de outros nutrientes, principalmente o N e o P, pode melhorar as propriedades físicas e as características químicas e biológicas do solo, o que possibilita seu aproveitamento na agricultura como fornecedor de nutrientes e elementos benéficos ao desenvolvimento e produção das plantas (MELO et al., 2001). Além disso, considerando-se que a geração de resíduos é, por si só, um problema, seu reaproveitamento contribui para aliviar a pressão sobre o meio ambiente (CORRÊA et al., 2010). Entretanto, alguns fatores podem ser limitantes a esta prática, sendo os principais a presença de agentes

patogênicos e metais pesados. O risco sanitário do uso do lodo pode ser minimizado por meio da adoção de técnicas de higienização, que proporcionem a eliminação dos organismos patogênicos presentes (ANDREOLI, 2001). Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de utilização do lodo de esgoto doméstico da estação de tratamento de esgoto de Jerônimo Monteiro, Espírito Santo para produção agrícola.

Metodologia

Para a realização do estudo, foram coletadas amostras da estação de tratamento de esgotos sanitários, por processo de lodos ativados convencional, localizada no município de Jerônimo Monteiro no sul do Espírito Santo (20° 47' 20" S 41° 23' 42" O), a qual recebe parte do esgoto da cidade.

Essa estação é pertencente ao SAAE (Serviço Autônomo de água e Esgoto - ES). Na Figura 1 encontra-se o esquema da estação.

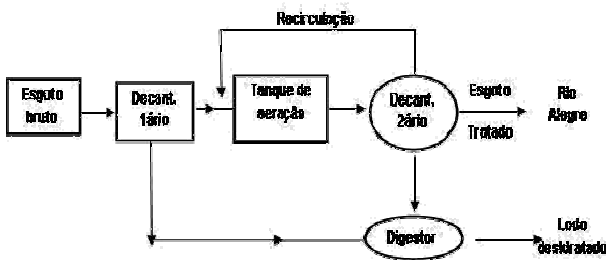


Figura 1- Esquema de tratamento da estação de tratamento de esgoto doméstico de Jerônimo.

Na estação foram coletadas amostras de lodo desidratado. Tais amostras foram analisadas quanto aos seguintes parâmetros: pH, concentração de N, P, K, Ca, Mg e S e concentração dos metais pesados Cu, Fe, Mn, Zn.

As metodologias utilizadas na determinação de pH do lodo são descritas na American Public Health (1992). Para a determinação da concentração dos metais, as amostras foram digeridas com ácido nítrico e perclórico segundo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1989). O material utilizado na coleta e transporte das amostras para a determinação de metal foi limpo com HCl 2N e enxaguado com água deionizada, de acordo com as instruções contidas na American Public Health (1992). Nas determinações de N, P, K, Ca, Mg e S também adotou-se metodologias descritas por Malavolta et al. (1989).

Foram coletadas, também, 2L da amostra do esgoto bruto e 2L do esgoto tratado para a análise

da capacidade de tratamento da estação em relação aos sólidos suspensos, segundo a metodologia proposta por APHA *et al.* (1992).

Resultados

Atraves das análises, identificou-se os resultados representados na Tabela 1, referentes às médias das concentrações de metais pesados determinados nas amostras, conforme a metodologia acima citada.

Tabela 1 - Resultados das concentrações de metais pesados determinados no lodo da ETE de Jerônimo Monteiro e os limites de metais pesados para disposição no solo, da EPA. Sieger e Hermann, (1993)

Descrição	Metal Pesado		
	Cu	Mn	Zn
Concentração no lodo da ETE Jerônimo Monteiro (mg.kg ⁻¹)	169,7	41,75	171,2
Concentração máxima no lodo ¹ (mg kg ⁻¹)	1.500,00	-	2.800,00
Taxa máxima de aplicação anual ¹ (kg hab ⁻¹ ano ⁻¹)	75	-	140
Taxa máxima de aplicação acumulada ¹ (kg ha ⁻¹)	1.500,00	-	2.800,00

Levando em consideração os macronutrientes, em grande quantidade no lodo de esgoto, a tabela 2 descreve os resultados da composição do lodo da ETE de Jerônimo Monteiro em comparação com a composição de alguns materiais orgânicos utilizados como adubo (esterco bovino, esterco de galinha, vinhaça e composto de lixo).

Tabela 2 - Teor de macronutrientes no lodo da ETE de Jerônimo Monteiro em comparação com outros materiais orgânicos

Descrição das concentrações	Elemento					
	N	P	K	Ca	Mg	S
----- % em peso seco -----						
Lodo da ETE de Jerônimo Monteiro	3,96	0,62	0,14	0,85	0,3	0,57
Esterco bovino ¹	1,5	1,2	0,7	2	0,6	0,2
Esterco de galinha ¹	1,4	0,8	2,1	2,3	0,5	0,2
Vinhaça ¹	0,06	0,01	0,3	0,1	0,04	0,05
Composto de lixo urbano ¹	0,6	0,2	0,3	1,1	0,1	0,2

Discussão

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 de Jerônimo Monteiro para aplicação no solo.

Comparando-se as concentrações de metais pesados no lodo da ETE de Jerônimo Monteiro com os limites de concentração máxima de metal, no lodo dos padrões da EPA, observa-se que de acordo com tais padrões este lodo pode ser considerado como de boa qualidade, podendo ser utilizado na agricultura e assim contribuir para a minimização da disposição irregular de lodo no ambiente, para a reciclagem de nutrientes, para a redução do uso de fertilizantes minerais e também por fornecer matéria orgânica para o condicionamento físico do solo. Na tabela 1 também é possível verificar, que a EPA além de estipular as concentrações máximas de metal pesado no lodo para a disposição no solo faz referências também às quantidades máximas a serem aplicadas por ano e às acumuladas no solo.

Dessa maneira considera que a utilização de resíduos urbanos na agricultura deve prever um monitoramento constante para evitar contaminação tanto do solo como do manancial, principalmente quando o material contiver teores de um ou mais elementos tóxicos próximos aos limites máximos.

Considerando-se os riscos da aplicação de lodo de esgoto contendo metais pesados no solo, Gomes et al. (2006) enfatiza que a absorção de metais por plantas cultivadas em solos adubados com lodo deve ser monitorada visando à aplicação ambientalmente segura do resíduo, visto que o efeito de biomagnificação da concentração de metais na parte aérea das plantas pode ser uma via de contaminação da cadeia trófica. Entretanto, Korentajer (1991) comenta que os riscos dos metais serem transportados na cadeia alimentar é mínimo quando o pH do solo é mantido a um valor superior a 6,5, podendo portanto ser um problema nos países de clima tropical onde os solos tendem a ser ácidos com pH normalmente abaixo de 6,0.

Nesse aspecto, o lodo da ETE-Jerônimo Monteiro apresentando um pH próximo de 6,0 contribui para a elevação do pH do solo no caso de aplicação, minimizando os riscos de solubilização dos metais e assim a lixiviação no solo e a translocação nas plantas. É válido ressaltar que o biossólido não foi caleado, e para que possa ser utilizado na agricultura deve passar pelo processo de caleação para eliminar os helmintos, e dessa forma tanto Ca e Mg quanto o pH vão se elevar a valores bem maiores devido aos teores dessas bases no cal.

Em relação ao sólidos suspensos, a amostra tratada apresentou $0,7 \text{ ml.L}^{-1}$, enquanto que a amostra não tratada $2,7 \text{ ml.L}^{-1}$, isso representa uma redução na matéria orgânica em $2,0 \text{ ml.L}^{-1}$, ou seja, 75% na eficiência do tratamento, este é um resultado, muito favorável em relação ao

esgoto bruto, onde esta água residuária será retornada ao corpo hídrico, mas lembrando que o ideal seria um resultado próximo de 100%.

Em geral os lodos de esgoto são desbalanceados quanto aos teores de nutrientes, necessitando muitas vezes de uma suplementação na adubação com fontes minerais. São geralmente pobres em potássio devido ao processo de obtenção que perde esse nutriente em solução no esgoto tratado. Tal fato pode ser observado na Tabela 2 que mostra que a concentração de K no lodo da ETE de Jerônimo Monteiro é inferior aos teores dos demais materiais orgânicos apresentados. Já o fósforo apresenta-se com teores elevados próximos aos dos esterco bovino e de galinha e bem superior aos teores da vinhaça e do composto de lixo, confirmando a informação de que nos lodos de esgotos sanitários o P apresenta-se em teor elevado podendo 80% deste estar disponível já no primeiro ano de aplicação. Os nutrientes Ca, Mg, e S apresentam-se em teores elevados, principalmente o S que foi maior a todos os materiais orgânicos da Tabela 2.

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 levando à necessidade da avaliação das alternativas de disposição de lodos no ambiente. Considerando-se o caso específico do lodo da ETE de Jerônimo Monteiro caracterizado no presente trabalho, estudos da disposição no solo deveriam ser realizados nas áreas agrícolas próximas à estação tendo em vista que o transporte a longas distâncias pode inviabilizar a utilização.

Conclusão

Conforme as informações obtidas e avaliadas, verifica-se que o lodo da ETE-Jerônimo Monteiro (ES) apresenta carga de metal pesado dentro do limite estabelecido pela EPA, na utilização de lodo no solo.

Em relação aos dados obtidos, esperamos ser possível a utilização do lodo desta ETE, na produção agrícola do próprio município, bem como a necessidade de um acompanhamento dos níveis de tais elementos avaliados, de maneira a acompanhar o grau de toxicidade do mesmo. Contudo, estudos microbiológicos do lodo são necessários e imprescindíveis em virtude dos riscos de transmissão de patógenos.

Referências

ANDREOLI, C.V. (Coord.) Resíduos sólidos do saneamento: Processamento, reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro: Rima, ABES, 2001. 282p.

APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH), AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th edition. American Public Health Association Inc. New York, 1992.

CORRÊA, Rodrigo S.; SILVA, Lucas C. R.; BAPTISTA, Gustavo M. M.; PERSEU, F. dos Santos. Fertilidade química de um substrato tratado com lodo de esgoto e composto de resíduos domésticos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.5, p.538-544, 2010.

FERREIRA, Rodrigo Alexandre Ribeiro; NISHIYAMA, Luiz. **Uma Revisão sobre a Disposição Controlada de Lodo de Esgoto no Solo**. In: II SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA "PERSPECTIVAS PARA O CERRADO NO SÉCULO XXI". Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Geografia, Novembro de 2003.

GOMES, S. B. V.; NASCIMENTO, C. W. A. do; BIONDI, C. M.; ACCIOLY, A. M. de A. Distribuição de metais pesados em plantas de milho cultivadas em Argissolo tratado com lodo de esgoto. **Ciência Rural**, v.36, n.6, nov-dez, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> Acesso em: 21 jul. 2010.

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.

LEMAINSKI, J.; SILVA, J. E. Utilização do biossólido da CAESB na produção de milho no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.4, p.741-750, 2006.

MALAVOLTA, E. et al. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potássio e do Fósforo, 1989.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O.; MELO, V.P. O uso agrícola do biossólido e as propriedades do solo. In. TSUTIYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; SOBRINHO, P.A.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P.C.T.; MELFI, A.J.; MELO, W.J. & MARQUES, M.O. eds. Biossólidos na agricultura. São Paulo, SABESP, 2001. p.289-363.

SIEGER, R.B.; HERMANN, G.J. Land application requirements of the new sludge rules. *Water/Engineering & Management*, august, p.30-35, 1993.

VON SPERLING, E. **Qualidade de água**. Brasília. Belo Horizonte: ABEAS, 1997.

YABE, Maria Josefa Santos; OLIVEIRA, Elisabeth. Metais Pesados em Águas Superficiais como Estratégia de Caracterização de Bacias Hidrográficas. *Rev. Química nova*, v.21, 1998.