

**II-066 - AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DO LODO ORIUNDO DE
FOSSAS/TANQUES SÉPTICOS DOMICILIARES DA REGIÃO
METROPOLITANA DE CUIABÁ (RMC) PARA DISPOSIÇÃO FINAL
EM SOLO AGRÍCOLA**

Joab Almeida da Silva⁽¹⁾

Gestor Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT. Especialista em Gestão e Perícia Ambiental e Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Gestor Ambiental da Rede de Hotéis Mato Grosso.

Luiz Airtton Gomes⁽²⁾

Engenheiro Civil e Sanitarista. Professor Dr. do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso.

Gian Pietro Benevento⁽³⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental e Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Mato Grosso.

Aldecy Almeida Santos⁽⁴⁾

Engenheiro Sanitarista. Professor Dr. do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso.

Endereço⁽¹⁾: Rua São Mateus, 135 – Campo Velho - Cuiabá - MT - CEP: 78065-258 - Brasil - Tel: (65) 9912-1604 - e-mail: joabsilva@yahoo.com.br ; gestor.ambiental@hotelmt.com.br

RESUMO

O lodo de esgoto é um resíduo perigoso de acordo com a NBR 10.004/04, e quando mal gerenciado, pode afetar de modo adverso não apenas o meio ambiente como a saúde pública, por ser agente de propagação de doenças. Por outro lado, o bio sólido obtido a partir do lodo de esgoto doméstico é considerado um ótimo biofertilizante devido à sua composição, por ser rico em matéria orgânica, nitrogênio e fósforo. Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do lodo oriundo de fossas/tanques sépticos domiciliares da Região Metropolitana de Cuiabá (RMC) para disposição final em solos agrícolas. O experimento de leito de secagem natural foi desenvolvido em um laboratório terceirizado com o objetivo de avaliar a qualidade do lodo coletado em fossas sépticas dos bairros Dom Aquino, Coxipó da Ponte, Morada da Serra, Boa Esperança e Jardim Universitário e lodo transportado por veículos tipo limpa-fossa. O experimento seguiu o mesmo procedimento de tratamento do lodo nas estações de tratamento de esgoto. Após esse processo, o material foi higienizado com cal virgem a 50% da base seca e submetido a um período de maturação de 30 dias, posteriormente foram submetidas a análises laboratoriais. Os parâmetros analisados foram com relação à estabilidade, a metais pesados e organismos patogênicos resistentes. Os resultados foram comparados com os padrões da legislação vigente. Também foram utilizadas técnicas de geoprocessamento e sistemas de informações geográficas (SIG) com objetivo de identificar as áreas potencialmente aptas para disposição final de bio sólido. De acordo com os resultados obtidos, o leito de secagem de exposição natural apresentou eficiência na desidratação e estabilização do lodo, atingindo níveis menores que 10% de umidade e a relação entre sólidos voláteis e totais menores que 0,10; com relação às concentrações de elementos-traços de metais analisadas, todas as amostras de bio sólidos apresentaram teores inferiores aos valores máximos permitidos pela Resolução Conama 375/06, inclusive a amostra do caminhão limpa-fossa, que apresentou os teores mais elevados dos parâmetros analisados; após a higienização do lodo, o material apresentou qualidade de bio sólido classe A em relação à concentração de organismos patogênicos; por fim, o estudo do meio físico viabilizou a disposição do bio sólido em pelo menos 75,30% (2.664,23 km²) da área do município, enquanto que 24,70% (873,93km²) apresentam restrições por se tratar de locais não recomendados para a disposição desse tipo de material.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de Lodo, Digestão Anaeróbia, Bio sólido.

INTRODUÇÃO

A quantidade do lodo gerado no processo de tratamento do esgoto doméstico tem aumentado progressivamente ao longo dos últimos anos, principalmente devido ao crescimento populacional, à crescente urbanização e o aumento dos investimentos em saneamento básico, o que tem gerado uma preocupação ambiental quanto a sua destinação final adequada.

Os resíduos do saneamento vêm de fontes mistas e pode conter contaminantes químicos e biológicos com potencial de prejudicar o solo e as águas subterrâneas quando disposto inadequadamente, além de ser fonte potencial de riscos à saúde pública, devido à atratividade e proliferação de vetores patogênicos e organismos nocivos.

O lodo gerado em fossa séptica ou tanque séptico apresenta um potencial poluidor superior ao gerado por sistemas públicos. Esse resíduo, quando não adequadamente gerenciado, pode gerar impactos desastrosos para o meio ambiente, assim como para a saúde e a qualidade de vida da população (COSTA et. al., 2011; ANDREOLI et. al, 2009),

Grandes quantidades de lodo removido das fossas/tanques sépticos são despejadas indiscriminadamente no meio ambiente devido à falta de informação, de fiscalização, às deficientes ou ausência das instalações para recebimento desse resíduo e também da não adoção de tecnologias para tratamento e destinação final ambientalmente adequados.

Por outro lado, o lodo de esgoto doméstico é considerado um ótimo biofertilizante devido à sua composição. Porém para que o lodo atinja aos padrões adequados para sua disposição em solo agrícola é necessário que o mesmo passe por um tratamento que o transforme em bioestabilizado classe A, conforme disciplina a Resolução Conama 375/06, e isso exige uma interação com outras áreas do conhecimento (BARBOSA e TAVARES FILHO, 2006; ANDREOLI, 2001; FERREIRA e ANDREOLI, 1999; ILHENFELD et. al., 1999).

A transformação desse resíduo em bioestabilizado que é o lodo devidamente tratado, obedecendo aos critérios da Resolução Conama 375/06, e a identificação de áreas potenciais para recebê-lo representa uma oportunidade para o município de Cuiabá reduzir o seu passivo ambiental e fomentar o uso do bioestabilizado como fertilizante ou condicionador do solo, podendo ser utilizando em recuperação de áreas degradadas e na adubação de muitas culturas de potencial econômico para a região.

MATERIAIS E MÉTODOS

Seleção de pontos e coletas

Foram selecionados 6 pontos para realização das coletas, cada coleta continham 1000g (peso úmido) de lodo bruto, totalizando 6 análises. Cinco pontos correspondem cada um aos seguintes bairros de Cuiabá: Dom Aquino, Coxipó da Ponte, Morada da Serra, Boa Esperança e Jardim Universitário, em locais que não possuem sistema público de coleta de esgoto. O sexto ponto foi em um caminhão limpa fossa, antes do seu descarregamento na ETE Tijucal, estação responsável pelo tratamento e destinação final desse tipo de resíduo.

Tratamento e Higienização das Amostras de Lodo

Antes de serem submetidas às análises, as amostras foram, primeiramente, peneiradas para remoção dos sólidos grosseiros. Depois foram desidratadas utilizando o processo não mecânico de leito de secagem natural, por um período de 15 dias, embasado na metodologia proposta por Soares et. al. (2001).

O leito de secagem foi construído no interior de uma caixa organizadora de polietileno, da marca Santana, com medidas de 44 x 37 x 24 cm, com capacidade de 31 litros. Utilizou-se um tubo dreno de PVC 1", com comprimento de 80 cm e um joelho de 90°, e com orifícios na parte interna do leito de ½ polegadas, tendo como enchimento brita 0 (zero) com granulometria variando de 5 a 12 mm, formando uma camada de 14cm de altura e 10cm para altura do lodo. Para divisão dos seis compartimentos que receberiam as amostras utilizou-se madeiras serradas em tamanhos suficientes para preencher a caixa organizadora e evitar o contato das amostras.

As amostras foram colocadas no leito e identificadas, permanecendo por 10 dias em exposição externa e 5 dias em exposição interna, de forma aleatória, devido ao fato do tempo chuvoso no mês de janeiro. O líquido percolado era disciplinado para a rede coletora de efluentes de um laboratório terceirizado onde foi montado o experimento.

Para a eliminação dos patógenos e maus odores foi feita a caleação do lodo digerido com a cal virgem (óxido de cálcio - CaO), à 50% (cinquenta por cento) da matéria seca, ou seja 150g de cal para 300g de lodo seco de cada amostra - considerando que na literatura esta é a concentração de cal mais utilizada para redução de ovos de helmintos, que são os patógenos mais resistentes no solo. Adicionou-se água destilada para aumentar o teor do material para um nível de 60% a 70% de umidade para garantir a eficiência da higienização. A caleação do lodo foi realizada em recipientes de polietileno com capacidade de 1000 ml (1,0 dm³). As amostras foram armazenadas sem tampa e guardadas em ambiente interno, por um período de 30 dias para maturação. Após este período as amostras foram submetidas às análises físico-químicas e microbiológicas.

Caracterização do biossólido

A caracterização básica do lodo de esgoto foi realizada em laboratório terceirizado e incluiu um total de 19 parâmetros, relacionados à macro nutrientes, estabilidade, metais pesados e agentes patogênicos de grande resistência: pH, umidade, carbono orgânico, nitrogênio total, fósforo total, potássio total, cálcio total, magnésio total, sódio total, sólidos totais, sólidos voláteis, cádmio, chumbo, cobre, cromo, níquel, zinco, coliformes termotolerantes, ovos viáveis de helmintos (BRASIL, 2006b).

Outros parâmetros previstos na Resolução Conama 375/06 foram dispensados nesta pesquisa, deixando apenas aqueles fundamentais para a obtenção de dados suficientes para conhecer o potencial de macronutrientes, estabilização, metais pesados e a identificação da classe do biossólido obtido.

Após apresentação dos resultados, os dados foram submetidos à análise estatística de caráter descritiva, obtendo valores de amplitude, média e desvio padrão.

Identificação das Áreas Aptas para Receber Biossólido

A seleção e classificação das áreas do município de Cuiabá consideradas potenciais para disposição de biossólido resultou do cruzamento de aptidões de alguns fatores ambientais conforme preconiza a Legislação.

Com objetivo de identificar as áreas com aptidão para recebimento de biossólido, primeiramente foi consultado a base de dados do Sistema de Informações Geográficas do município de Cuiabá. A unidade de mapeamento foi todo o município de Cuiabá, que possui uma área total de 3.538,16 km².

Para seleção das áreas aptas e confecção do mapa foi utilizado o método proposto por Taques (2011). Para a elaboração dos mapas das áreas potenciais à aplicação do lodo de esgoto, respeitou-se os parâmetros definidos pela Seção V de Resolução Conama 375/06, que apresenta as restrições locacionais e da aptidão do solo das áreas de aplicação, descrito em seu artigo 15º, caracterizando em quais áreas não será permitida a aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado. As categorias foram agrupadas em dois grandes grupos de capacidade: Áreas legalmente aptas (em verde) e Áreas com Restrições (em vermelho) (BRASIL, 2006b).

Depois de identificadas as áreas que apresentam as restrições, os dados foram transportados para o programa Microsoft Excel, onde foi possível quantificar quais as áreas potencialmente aptas para disposição final do lodo de fossa no município de Cuiabá.

RESULTADOS

Caracterização do Biossólido

As análises foram realizadas conforme orientações do Conama 375/06, gerando os seguintes resultados apresentados na Tabela 1:

Tabela 1. Análises do biossólido para potencial agrônômico

PONTOS Parâmetros	P1 Bairro Dom Aquino	P2 Bairro Coxipó	P3 Bairro Jardim Universitário	P4 Bairro Boa Esperança	P5 Bairro Morada da Serra	P6 Caminhão Limpa-fossa
pH	5,8	6,1	6,4	6,2	6,3	6,6
Umidade (%)	<10%	<10%	<10%	<10%	<10%	<10%
Carbono Orgânico (mg/kg)	96400	97900	103000	112500	115200	96400
Nitrogênio Total (mg/kg)	5684	6890	8435	5988	9421	10435
Fósforo Total (mg/kg)	1646	1751	1690	1545	1732	1834
Potássio total (mg/kg)	960	985	880	830	925	945
Cálcio total (mg/kg)	2368	2122	2391	2684	2726	2851
Magnésio total (mg/kg)	2406	2672	2231	2245	2542	2675
Sódio total (mg/kg)	208	123	91	54	172	347
Sólidos totais (mg)	2880	2850	2880	2880,5	2820	2770,5
Sólidos voláteis (mg)	120	150	120	110,5	180	220,5
Relação SV/ST	0,04	0,05	0,04	0,04	0,06	0,075

Em relação à estabilidade do biossólido, foi possível concluir que o leito de secagem simulado em 15 dias de exposição natural (Figura 1), apresentou eficiência na desidratação e estabilização do material.

Os níveis de umidade atingidos foram menores que 10% e as relações entre sólidos voláteis e totais foram menores que 0,10, muito inferior ao limite máximo de 0,70 previsto na Resolução Conama 375/06.



(A) t=7 dias e (B) t = 15 dias

Figura 1. Desidratação do lodo no leito simulado

Com relação ao potencial agrônômico, a Tabela 2 apresenta uma comparação das médias de teores dos principais nutrientes presentes no lodo (nitrogênio, fósforo e potássio) obtidas nas amostras, com a média de outras pesquisas com lodo tratado e outros materiais orgânicos de uso habitual na agricultura, disponível na literatura. Os resultados estão expressos em percentual por quilograma.

Tabela 2. Comparação das amostras com a composição média de tipos de lodo e outros materiais

Identificação /Nutrientes	N (%)	P(%)	K(%)
Biossólido Aeróbio caçado	2,50	0,90	0,20
Biossólido Anaeróbio	1,60	0,20	0,05
Esterco de galinha – cama de frango	2,00	2,00	2,00
Esterco de bovinos	0,30	1,17	0,10
Esterco de equinos	0,44	0,32	0,35
Esterco de ovinos	0,60	0,30	0,15
Esterco de suínos	0,60	0,60	0,30
Biossólido caçado de fossa séptica da RMC	0,70	0,17	0,09

Fonte: adaptado de ILHENFELD et.al. (1999).

A partir das análises dos nutrientes encontrados nas amostras coletadas, comparando-as com as médias de outros lodos caçados e outros materiais orgânicos utilizados como fontes alternativas de adubação, o biossólido de fossa séptica da RMC obteve média de N menor que de outros lodos, porém maiores que outros adubos orgânicos, com exceção do esterco de galinha.

Quanto ao teor de P, o valor médio do biossólido amostral da RMC apresentou níveis próximos com o biossólido anaeróbio levantados por Ilhenfeld et.al. (1999), e inferior a outros materiais orgânicos. Em relação ao teor de K, o biossólido analisado apresentou média superior ao biossólido anaeróbio disponível na literatura.

Conclui-se, portanto, que o biossólido caçado de fossa séptica da RMC possui valores médios próximos com o biossólido anaeróbio disponível na literatura, com exceção ao N, que apresentou teor inferior, 0,70% em comparação com os 1,6% da literatura disponível.

Com relação ao teor de metais pesados (elementos-traços de metais), os resultados apontaram para os seguintes números (Tabela 3):

Tabela 3. Análises do biossólido para determinação de metais pesados

PONTOS Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	VMP CONAMA 375/2006	VMP MAPA Inst. Normativa 27/2006
Cádmio (mg/kg)	0,3	0,45	0,25	0,22	0,36	0,52	39	3
Chumbo (mg/kg)	29,5	23,1	33,2	45,7	22,4	57,1	300	150
Cobre (mg/kg)	37	57	23	42	49	89	1500	-
Cromo (mg/kg)	66,8	46,4	54,7	64,1	45,6	67,3	1000	200
Níquel (mg/kg)	70	52,5	23,3	28,4	31,5	49,2	420	70
Zinco (mg/kg)	111	89	58	78	58	96	2800	-

Quanto às concentrações de substâncias inorgânicas analisadas, todas as amostras de biossólidos apresentaram teores bem abaixo dos valores máximos permitidos pela Resolução Conama 375/06, e da Instrução Normativa 27/2006 do Ministério da Agricultura, inclusive a amostra do caminhão limpa-fossa, que apresentou os teores mais elevados dos parâmetros analisados.

Com relação à caracterização do lodo quanto à presença de agentes patogênicos de alta resistência apresentados na Tabela 4:

Tabela 4. Análises do biossólido para determinação de agentes patogênicos

PONTOS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	VMP CONAMA 375/2006	VMP MAPA LN 27/2006
Parâmetros								
Coliformes Termotolerantes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	<10 ³ NMP/g ST	10 ³ NMP/g ST
Ovos Viáveis de Helmintos	< 0,25 ovo / g de ST	< 0,25 ovo / g de ST	< 0,25 ovo / g de ST	< 0,25 ovo / g de ST	< 0,25 ovo / g de ST	< 0,25 ovo / g de ST	< 0,25 ovo / g de ST	0,25 ovo / g de ST

As amostras de biossólido em sua totalidade apresentaram o teor abaixo do valor máximo permitido pela legislação, conferindo a esse material a qualidade Classe A, conforme artigo 11 da Resolução Conama 375, podendo ser aplicado em qualquer cultura, exceto pastagens; olerícolas, tubérculos, raízes e demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo, bem como cultivos inundáveis.

Análise Estatística da Composição do Biossólido

A estatística descritiva da composição físico-química do biossólido coletado na área de estudo está apresentada de forma resumida na Tabela 5.

Tabela 5. Estatística descritiva da composição do biossólido da RMC

Variáveis	Amplitude		Média	Desvio Padrão
pH	5,8	- 6,6	6,23	0,273
Carbono Orgânico (mg/kg)	96400	- 115200	103566,67	8370,106
Nitrogênio Total (mg/kg)	5684	- 10435	7808,83	1926,786
Fósforo Total (mg/kg)	1545	- 1834	1699,67	98,612
Potássio total (mg/kg)	925	- 985	920,83	56,870
Cálcio total (mg/kg)	2122	- 2851	2523,67	274,577
Magnésio total (mg/kg)	2231	- 2675	2461,83	199,727
Sódio total (mg/kg)	54	- 347	165,83	104,479
Sólidos totais (g)	277,5	- 288,5	284,83	4,367
Sólidos voláteis (g)	12	- 22,5	15,17	4,367
Cádmio (mg/kg)	0,22	- 0,52	0,35	0,117
Chumbo (mg/kg)	22,4	- 57,1	35,17	13,686
Cobre (mg/kg)	23	- 89	49,50	22,501
Cromo (mg/kg)	54,7	- 67,3	57,48	9,987
Níquel (mg/kg)	23,3	- 70	42,48	17,830
Zinco (mg/kg)	58	- 111	81,67	21,229

Obs.: Amplitude = valor mínimo ao valor máximo

Conforme Tabela 5, os valores de pH oscilaram de 5,8 a 6,6. Esses valores estão próximos dos níveis disponíveis na literatura agrônômica, quando se utiliza cal virgem para higienização do lodo (Barros et al., 2011). Todas as amostras apresentaram valores estáveis de pH, dentro da faixa mais favorável para desenvolvimento das plantas.

A composição do biossólido apresentou baixa ordem de amplitude para as variáveis relacionadas ao potencial agrônômico, com exceção a sódio total, cuja amplitude foi de 293 mg/kg. Os teores de C, P, N, K, Ca e Mg apresentaram amplitudes de 18800, 4751, 289, 60, 729 e 444, respectivamente.

Também houve grandes variações nos valores dos metais pesados, a exemplo do Cd, Pb, Cu, Ni, e Zn, cujas amplitudes foram de 0,30 mg/kg, 34,7 mg/kg, 66 mg/kg, 46,5 mg/kg e 53 mg/kg, respectivamente. O principal fator de influência nessas variações está no ponto 6, por se tratar da coleta realizada no caminhão limpa-fossa, onde observa-se uma tendência de concentrações maiores desses metais com relação ao lodo coletado in loco, o que pode ter ocorrido devido ao fato desses caminhões geralmente coletarem efluentes de origem comercial.

Áreas Potencialmente Aptas para Receber Biossólido

As áreas consideradas legais para aplicação do lodo, Figura 2, estão localizadas na região centro-oeste, noroeste e sudeste da unidade de mapeamento.

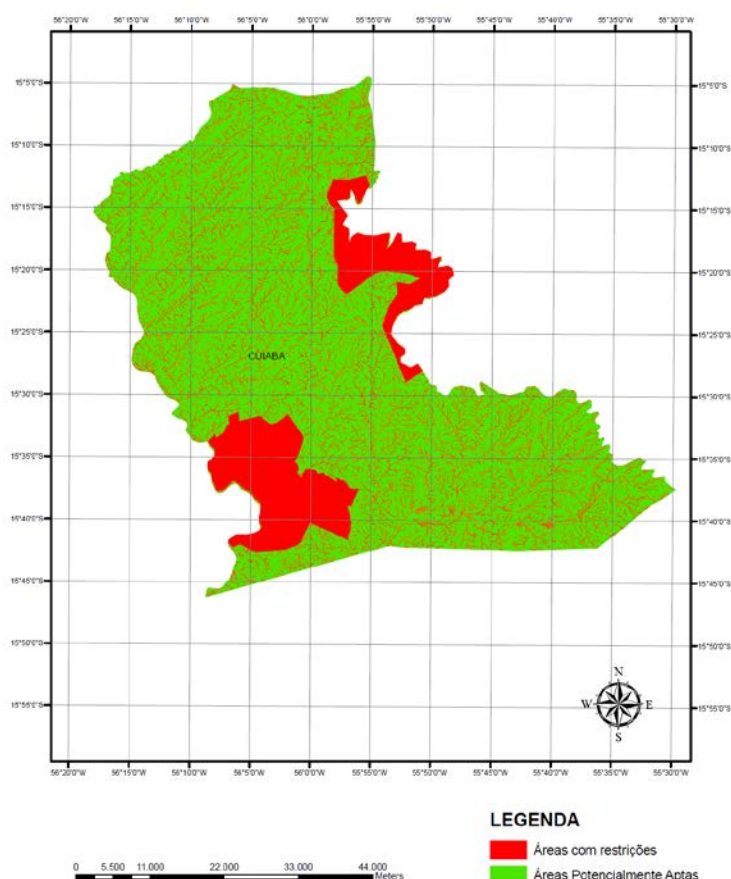


Figura 2. Áreas potenciais para disposição de biossólido no Município de Cuiabá

As áreas com maiores restrições localizam-se na região sul e norte, representada pela área urbanizada do município e na região norte próxima do município de Chapada dos Guimarães, onde é inviabilizada a aplicação do biossólido por se tratar de uma área de proteção ambiental e declividade maior que 25%.

Em questões proporcionais, o estudo do meio físico viabilizou a disposição do biossólido em pelo menos 75,30% (2.664,23 km²) do município, enquanto que 24,70% (873,93 km²) apresentam restrições por se tratar de locais não recomendados para disposição final desse tipo de resíduo.

CONCLUSÕES

Com base na pesquisa realizada, concluiu-se que:

- O sistema de leito de secagem de 15 dias de exposição natural apresentou eficiência na desidratação e estabilização do lodo, atingindo níveis menores que 10% de umidade e a relação entre sólidos voláteis e totais menores que 0,10;
- A higienização com cal a 50%, com o período de maturação de 30 dias, tornou o biossólido um produto classe A, portanto, apto para disposição final em solo agrícola e uso em qualquer tipo de cultura, exceto àquelas não permitidas pela Resolução;
- Com relação às concentrações de substâncias inorgânicas analisadas, todas as amostras de biossólidos apresentaram teores inferiores aos valores máximos permitidos pela legislação, inclusive a amostra do caminhão limpa-fossa, que apresentou os teores mais elevados dos parâmetros analisados;
- O estudo do meio físico viabiliza a disposição do biossólido em pelo menos 75,30% (2.664,23 km²) do município, enquanto que 24,70% (873,93km²) apresentam restrições por se tratar de locais não recomendados para a aplicação desse tipo de material.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDREOLI, C.V. Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro: Rima, ABES, 2001.
2. ANDREOLI, C. V., TAMANIN, C. R., HOLSBACH, B., PEGORINI, E. S., NEVES, P. S. Uso de lodo de esgoto na produção de substrato vegetal. In: Bioossólidos: alternativas de uso de resíduos do saneamento. Rio de Janeiro: Editora ABES, 2006.
3. BARBOSA, G. M. de C; TAVARES FILHO, J. Uso agrícola do lodo de esgoto: influência nas propriedades químicas e físicas do solo, produtividade e recuperação de áreas degradadas. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 27, n. 4, p. 565-580, out./dez. 2006.
4. BARROS, I. T.; ANDREOLI, C.V; SOUZA JUNIOR, I.G; COSTA, A.C.S. Avaliação agrônômica de bioossólidos tratados por diferentes métodos químicos para aplicação na cultura do milho. Rev. Bras. Eng. Agrícola e Ambiental. 2011, v.15, n.6, pp. 630-638.
5. BRASIL (2006a). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 27, de 05 de junho de 2006. Dispõe sobre fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes, para serem produzidos, importados ou comercializados. Diário Oficial da União. Brasília, DF, p. 15, 9, Seção 1, junho de 2006.
6. BRASIL (2006b). Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>. Acesso em 20/05/2012.
7. COSTA, A, N; COSTA, A.F.S; CAETANO, L.C.S. Aspectos químicos e físicos da disposição do lodo de ETE no solo. In: COSTA, A, N; COSTA, A.F.S. Manual de uso Agrícola e disposição do Lodo de Esgoto Para o Estado do Espírito Santo. Vitória, ES, Incaper, 2011. Cap. 4, p. 31 - 36.
8. FERREIRA, A.C; ANDREOLI, C.V. Produção e características dos bioossólidos. In: FERNANDES, F. (Coord). Uso e manejo de lodo de esgoto na agricultura. Projeto PROSAB, Rio de Janeiro, p. 17, 1999.
9. ILHENFELD, R.G.K.; PEGORINI, E.S.; ANDREOLI, C.V. Fatores limitantes. In: FERNANDES, F. (Coord). Uso e manejo de lodo de esgoto na agricultura. Projeto PROSAB, Rio de Janeiro, 1999. p. 47-53.
10. SOARES, S.R.A.; MATOS, Z.M.R; BERNARDES, R.S.. Modelagem do processo de desidratação de lodo anaeróbio em leitos de secagem simulados. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient. v.5, n.2, pp. 313-319, 2001.
11. TAQUES, R.C. Áreas potenciais do Estado do Espírito Santo para Aplicação de Lode de Esgoto na Agricultura. In: Manual de uso agrícola e disposição do lodo de esgoto para o Estado do espírito Santo. Aureliano Nogueira da Costa, Adelaide de Fátima Santana da Costa (org.). Vitória: Incaper, ES, 2011. Cap. 3. p 126.