

5

DISPOSIÇÃO DO LODO DE ETE NO SOLO E SEU EFEITO NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

Adelaide de Fátima Santana da Costa
Aureliano Nogueira da Costa
Luiz Carlos Santos Caetano
Felipe Gonzaga Maia



INTRODUÇÃO

A utilização de resíduos orgânicos de origem vegetal ou animal como fertilizante na agricultura tem sido crescente em todo o mundo, com o aumento da produção orgânica de alimentos alavancada por uma demanda ascendente por alimentos mais saudáveis, preferencialmente sem o uso de agrotóxicos.

As políticas para a reciclagem agrícola e florestal do lodo de esgoto devem ser baseadas em estudos que definam os critérios agronômicos, ambientais e sanitários, de modo a garantir sua utilização. Quando realizada dentro de critérios seguros, é uma alternativa de disposição final do biossólido que tem crescido muito, principalmente em países industrializados, devido à escassez de áreas aptas à construção de aterros sanitários, reduzindo os problemas associados à poluição atmosférica dos incineradores e aos impactos ambientais negativos.

A destinação final do lodo precisa ser analisada tanto sob o ponto de vista agrícola e, por se tratar de um resíduo rico em matéria orgânica e nutrientes, como pelos aspectos sanitário, legal, ambiental e econômico. A disposição em áreas agricultáveis é ainda considerada problemática em função da escassez de informações com relação à capacidade de suporte do solo. Desse modo, a aplicação do lodo de ETE em áreas cultivadas com fruteiras tropicais, café, silvicultura, dentre outras, deve ser avaliada de forma criteriosa sendo fundamental o conhecimento do impacto causado no meio ambiente pela sua utilização, bem como o desenvolvimento de tecnologias que permitam a inserção do lodo de forma adequada nos sistemas agrícolas. Como um dos principais problemas na agricultura é a baixa disponibilidade de matéria orgânica para o plantio e condução das lavouras comerciais, o uso do lodo de ETE poderá minimizar este problema, além de possibilitar, de maneira inovadora, a gestão dos resíduos sólidos gerados no tratamento de esgotos domiciliares.

CRITÉRIOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS APTAS

A localização de áreas e as aptidões do solo para

disposição do lodo na agricultura devem estar em consonância com as restrições estabelecidas pela resolução Conama nº 375 de agosto de 2006, como detalhado no Capítulo 3 deste manual.

PREPARO DO SOLO

Observando-se as restrições quanto à localização das áreas aptas, as operações de distribuição e incorporação devem ser executadas adequadamente, para evitar que o biossólido concentre-se na superfície do solo, evitando-se o transporte do mesmo pela água das chuvas, para que não atinja os cursos d'água.

As áreas selecionadas para cada cultivo, quando a aplicação do lodo foi por ocasião do plantio, foram preparadas por meio de aração e gradagem, seguidas pela abertura de sulcos ou covas para distribuição da matéria orgânica e posterior plantio, conforme o Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo e as recomendações técnicas para cada cultura, estabelecidas pelo Incaper. O espaçamento utilizado também foi em função das espécies cultivadas.

RECOMENDAÇÃO DO USO DE LODO DE ETE EM CULTIVO AGRÍCOLA E FLORESTAL

Atendendo às exigências da resolução Conama nº 375 de agosto de 2006, quanto à proibição da utilização de qualquer classe de lodo de esgoto ou produto derivado em pastagens e cultivo de olerícolas, tubérculos e raízes, e culturas inundadas, bem como as demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo, têm sido realizadas no Estado do Espírito Santo pesquisas que possibilitam a aplicação do biossólido em diferentes culturas, seguindo-se critérios técnicos seguros que permitam sua aplicação em condições adequadas quanto à preservação do meio ambiente e à saúde da população.

Os resultados que subsidiaram as recomendações foram obtidos em experimentos conduzidos em nível de campo, utilizando-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com nove tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos pela

aplicação de esterco de boi ou esterco proveniente de cama de frango, com doses crescentes de lodo de esgoto higienizado com cal virgem e uma parcela com adubação química convencional. Utilizou-se também um tratamento sem aplicação de nitrogênio (N).

As quantidades aplicadas nas parcelas experimentais, para cada cultura, foram variáveis em função dos resultados das análises dos teores de N e da umidade dos materiais utilizados como fonte de nutrientes.

Os experimentos foram realizados em bases físicas do Incaper, localizadas em três regiões representativas do Espírito Santo, levando-se em consideração, além das condições de solo, as aptidões de cultivo e a adaptação às condições climáticas de cada uma delas.

Em função das características desse resíduo orgânico, a recomendação do lodo de ETE como fertilizante se baseia, principalmente, nas exigências de nitrogênio pelas culturas, utilizando-o como substituição da adubação nitrogenada.

A seguir é apresentada a indicação de uso do lodo de ETE como fertilizante, para fins agrícola e florestal para cada cultura avaliada. Nos trabalhos desenvolvidos com as diferentes culturas foram utilizadas adubações químicas tradicionais, conforme as exigências nutricionais de fósforo e potássio.

REGIÃO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

Os experimentos com a cultura do mamão, da banana, do café conilon, do milho, da seringueira, do eucalipto, da palmeira real e do açaí foram conduzidos na Fazenda Experimental de Sooretama, situada no município de Sooretama.

Mamão

O mamoeiro, cultura comercial de grande expressão no Estado do Espírito Santo, é cultivado tradicionalmente em solos conhecidos como tabuleiros costeiros, de superfície arenosa, com baixos teores de matéria orgânica e pobres em nutrientes, com subsolo argiloso e adensado, sendo de fundamental importância a

adição de matéria orgânica para a promoção de altas produtividades. Por essa razão, o primeiro estudo de viabilidade técnica do uso de lodo de esgoto realizado em campo foi com a cultura do mamoeiro, sendo as unidades experimentais implantadas seguindo os princípios utilizados para o cultivo comercial na região produtora do Estado do Espírito Santo.

O cálculo para a utilização do esterco de boi foi realizado com base na aplicação de 54 g de nitrogênio por planta. Para adubação química utilizou-se um formulado comercial que contém uma proporção de N semelhante a do Tratamento 1. As doses de N equivalentes para cada tratamento com o uso do lodo de ETE higienizado com cal virgem para a cultura do mamoeiro no Estado do Espírito Santo são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 - Composição dos tratamentos com o uso do lodo no cultivo do mamoeiro

Trat.	Nitrogênio	Esterco	Lodo com cal	Químico
	g		kg cova ⁻¹	
1	54	5	—	—
2	54	—	23	—
3	80	—	34	—
4	108	—	45	—
5	135	—	57	—
6	160	—	68	—
7	187	—	80	—
8	54	—	—	0,25
9	0	—	—	—

O efeito do lodo de esgoto no pH do solo e o teor de nitrogênio disponível no lodo de esgoto é fundamental para sua recomendação na agricultura. Deste modo, a base de cálculo para a avaliação da necessidade de aplicação de lodo, em toneladas por hectare, na cultura do mamoeiro foi a quantidade de nitrogênio recomendada, expressa em kg.ha⁻¹, e o teor de nitrogênio disponível no lodo. A quantidade de lodo de esgoto a ser aplicada é expressa em t.ha⁻¹ (T/ha), de acordo com a Equação 1.

$$T/ha = N_{\text{recomendado}} (\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}) / N_{\text{disponível}} (\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}) \quad (1)$$

A determinação da quantidade de nitrogênio recomendada para a cultura do mamoeiro seguiu as recomendações técnicas para cada cultura, estabelecidas no Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo, publicado pelo Incaper.

A quantidade de nitrogênio no lodo de esgoto, que estará disponível às plantas, pode ser estimada através da Equação 2.

$$N_{\text{disponível}} = 0,01FM (N_k - N_{\text{am}}) + (N_{\text{nitra}} - N_{\text{nitri}}) \quad (2)$$

onde:

$N_{\text{disponível}}$ - nitrogênio do lodo que permanecerá no solo, disponível às plantas, no primeiro ano após a aplicação.

FM - % do nitrogênio total do lodo que será mineralizado no solo (estimativa realizada pelo método proposto por Beauchamp et al. (1986).

N_k - teor nitrogênio do lodo, determinado pelo método de Kjeldahl.

N_{am} - teor de nitrogênio amoniacal no lodo de esgoto.

N_{nitra} - teor de nitrogênio, na forma de nitrato, contido no lodo de esgoto.

N_{nitri} - teor de nitrogênio, na forma de nitrito, contido no lodo de esgoto.

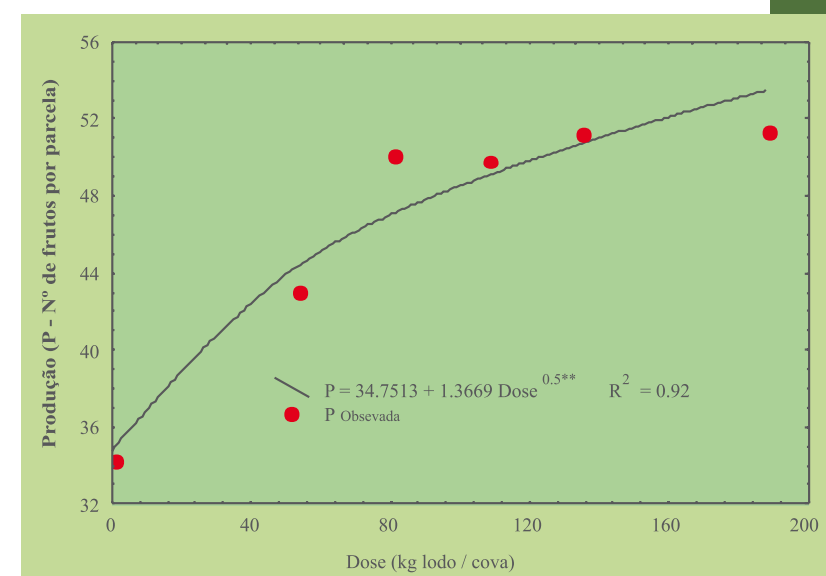
A velocidade de mineralização do nitrogênio orgânico é variável, principalmente em função da temperatura, umidade no solo e da atividade microbiana. A fração de volatilização do N amoniacal também é variável, principalmente em função da exposição ao ar. Essas perdas podem ser minimizadas com a incorporação do bio sólido ao solo, onde grande parte da amônia que volatiliza será retida pelas partículas do solo. O lodo de esgoto aplicado nas parcelas experimentais foi incorporado ao solo por ocasião do preparo das covas de plantio, visando otimizar a disponibilidade e o aproveitamento pelas plantas.

As análises do lodo higienizado com cal, quando comparadas com o lodo bruto, mostraram que a adição de cal virgem promoveu o aumento do teor de cálcio (Ca), como também uma redução nos teores de nitrogênio (N) e fósforo (F), ocasionado pelo aumento de volume, devido à diluição ocorrida. A redução do N pode ainda ser atribuída à sua perda por volatilização ocasionada pela elevação da temperatura promovida pela adição de cal virgem.

O efeito do uso do lodo higienizado com cal tem um diferencial em razão da alteração do pH, da saturação de bases (V) e do teor de Al trocável. Nas condições

experimentais houve uma elevação do pH para 12,2, valor esse que limita a atividade microbiana. Com a elevação do pH há uma limitação da atividade microbiana, e o processo de mineralização da matéria orgânica torna-se mais lento, contribuindo, desse modo, para a manutenção da matéria orgânica no solo por maior tempo quando comparada com o tratamento que utilizou o esterco bovino como a adubação orgânica.

Houve um aumento da produção do mamoeiro em função das doses crescentes de lodo higienizado com cal virgem, conforme pode ser observado na Figura 1.



** significativo a 1% de probabilidade

FIGURA 1 - Representação gráfica do modelo de regressão para a produção do mamoeiro em função da dose de lodo higienizado com cal virgem.

O modelo de regressão quadrática foi o que melhor se ajustou para a estimativa da produção do mamoeiro em função da dose de lodo higienizado (Equação 3), com um coeficiente de determinação ajustado (R^2) de 0,92.

$$\text{Produção} = 34,7513 + 1,3669 \text{ Dose}^{0,5**} \quad R^2 = 0,92 \quad (3)$$

O modelo observado para a produção em função da dose de lodo de ETE permite estimar as dosagens do lodo de esgoto para sua disposição final na cultura do mamoeiro.

Mesmo com a elevação do pH para valores acima de 7,0, o que pode ocasionar a lixiviação dos micronutrientes, além de limitar o desenvolvimento da planta pelo desequilíbrio entre os nutrientes no solo, para as

condições experimentais, houve uma resposta crescente de produtividade em função do aumento das doses de lodo. Esse fato pode ser atribuído, provavelmente, ao efeito da cal virgem no deslocamento do Al trocável, que, na análise inicial do solo para definição das dosagens de matéria orgânica a serem utilizadas nas parcelas experimentais, foi constatado problemas com a presença do Alumínio.

Nove meses após o plantio, com a aplicação do lodo, o pH se aproximou do valor anterior à aplicação do lodo, permanecendo a partir daí em torno de 5,5.

Os procedimentos experimentais utilizados para as culturas apresentadas a seguir foram os mesmos princípios utilizados para o cultivo do mamoeiro. As adequações das recomendações foram em função da fonte e umidade do lodo de esgoto utilizado, das características do solo e das exigências de nutrientes de cada cultura.

Banana

Um experimento foi conduzido entre os anos de 2009 a 2011, com o cultivo da bananeira, avaliando-se a cultivar Japira. Avaliou-se o desenvolvimento vegetativo e a produção ao longo de duas colheitas. As quantidades de lodo de esgoto higienizado foram aplicadas em dose única por ocasião do plantio.

Para o desenvolvimento inicial das plantas, o lodo de esgoto teve uma influência positiva na altura da planta, com um crescimento 10% maior que o equivalente químico e 15% maior que o esterco de cama de frango. O diâmetro médio das plantas, aos três meses de idade, no tratamento com 80 kg de lodo de esgoto/planta no plantio (equivalente à aplicação de 240 kg de N/ha) foi de 9,13 cm, e quando submetido ao tratamento com o esterco de cama de frango e ao sulfato de amônia foi de 7,58 cm e 7,92 cm, respectivamente; porém, mesmo apresentando os maiores valores absolutos, não houve diferença estatística das quantidades de 60 kg de lodo de esgoto/planta (equivalente à aplicação de 120 kg de N/ha) e 40 kg de lodo de esgoto/planta (equivalente à aplicação de 80 kg de N/ha). Por ocasião da avaliação da produção observou-se que a quantidade de 40 kg de lodo

de esgoto/planta proporcionou uma maior resposta quanto à produtividade, com melhor resposta também quando comparada com a adubação química equivalente.

Café Conilon

No experimento com a cultura do cafeeiro Conilon, em condições de campo, foram utilizadas, entre os anos de 2009 e 2011, diferentes quantidades de lodo de esgoto higienizado. Nas parcelas experimentais foram utilizados como plantas úteis o clone 02, pertencente à variedade clonal ‘Emcapa 8114 – Robustão Capixaba’, variedade indicada para as condições climáticas do norte do Espírito Santo, e outros clones da mesma variedade como bordadura para garantia da polinização eficiente entre plantas úteis. Foram feitas três aplicações do lodo de ETE, sendo a primeira antes do plantio e duas, em cobertura, quatro e oito meses após o plantio. Durante o experimento, foram feitas análises do desenvolvimento vegetativo além da avaliação da primeira colheita. A cultura se desenvolveu plenamente com a aplicação de lodo de esgoto higienizado, tendo resultados positivos com a quantidade de 7,2 kg por planta, parcelada em três aplicações, o que corresponde a, aproximadamente, 24 t/ha no primeiro ano de cultivo. Essa aplicação correspondeu a 20 g de N por planta. Após esse período, recomenda-se que sejam feitas as adubações respeitando-se a estimativa de produtividade da área de acordo com o Manual de recomendação de adubação e calagem para o Estado do Espírito Santo.

Eucalipto

Em experimentos conduzidos com a cultura do Eucalipto, por três anos consecutivos (2009 a 2011), avaliou-se o uso do lodo de ETE como fertilizante. A aplicação foi feita na cova, com aproximadamente uma semana de antecedência ao plantio, e duas aplicações em cobertura aos quatro e oito meses após o plantio. Foram feitas análises do desenvolvimento vegetativo, medindo-se a altura da planta e diâmetro do caule, bem como a percentagem de replantio na implantação do ensaio. Os resultados da avaliação do desenvolvimento vegetativo até três anos de cultivo mostraram uma resposta positiva à

aplicação do lodo de ETE. Nas condições experimentais, as maiores respostas foram observadas com a aplicação total de 8 kg de lodo de esgoto higienizado por planta ou aproximadamente 9 t/ha. Essa aplicação correspondeu a 25 g de N por planta.

Seringueira

Em um experimento com o clone de seringueira FX 3864 avaliou-se o desenvolvimento vegetativo inicial por meio da medição da altura de plantas e diâmetro do caule ao longo de três anos consecutivos (2009 a 2011). As aplicações de lodo de ETE higienizado foram feitas em quantidades crescentes, variando entre 0 a 21,6 kg do biossólido por planta. A quantidade de 7,2 kg por planta, parcelada em três aplicações, sendo a primeira na cova de plantio e as demais em cobertura aos quatro e oito meses após o plantio, proporcionou as melhores respostas para o desenvolvimento no campo, durante o período avaliado. Essa aplicação correspondeu a 20 g de N por planta.

Palmeira Real

Foi também conduzido um experimento com aplicação de diferentes doses de lodo de esgoto higienizado, para avaliação do desenvolvimento vegetativo da Palmeira Real. As avaliações foram realizadas ao longo de três anos consecutivos. Foram usadas quantidades crescentes, variando entre 0 e 12 kg de lodo de ETE por planta, sendo 50% na cova de plantio e 50% em cobertura, aos quatro meses após o plantio. Com os resultados alcançados após 28 meses do transplante das mudas no campo para altura de plantas e diâmetro de tronco, observou-se que o tratamento com aplicação da quantidade total de 2 kg de lodo de esgoto higienizado por planta (equivalente à aplicação de 5 g de N/planta) promoveu uma melhor resposta entre as quantidades utilizadas e também em relação à adubação orgânica com esterco proveniente de cama de frango. Como ocorre uma decomposição mais lenta da matéria orgânica proveniente do lodo higienizado com cal virgem comparativamente ao material orgânico convencional, a disponibilidade de N permanece por um período mais prolongado. Esse

fator, aliado ao maior tempo necessário para que a cultura começasse a se desenvolver, devido às condições climáticas locais, propiciou um melhor aproveitamento dos nutrientes disponibilizados pelo biossólido (lodo de esgoto higienizado), o que ocasionou um maior desenvolvimento das plantas.

Açaí

Foi conduzido um experimento, com aplicação de diferentes doses de lodo de esgoto higienizado para avaliação do desenvolvimento vegetativo do açaizeiro, no período de 2009 a 2011. As avaliações foram realizadas ao longo de três anos consecutivos. Foram usadas quantidades crescentes, variando entre 0 e 12 kg de lodo de ETE por planta, sendo 50% na cova de plantio e 50% em cobertura, aos quatro meses após o plantio. O comportamento do açaizeiro, nas condições climáticas locais, foi semelhante ao da Palmeira Real, com um crescimento inicial lento, apresentando resultados similares ao experimento com a Palmeira Real, entretanto a quantidade de lodo de esgoto higienizado que promoveu a melhor resposta quanto a altura de plantas e diâmetro de tronco aos 28 meses após o transplante em nível de campo foi o tratamento com aplicação da quantidade total de 6 kg de lodo de esgoto por planta, o que equivale a aplicação de 15 g de N/planta.

Milho

Vários trabalhos de pesquisa têm sido realizados com o objetivo de avaliar o efeito de lodo de esgoto higienizado no desenvolvimento e na produtividade da cultura do milho. Os resultados, de maneira geral, têm mostrado um efeito positivo da aplicação do lodo de esgoto no desenvolvimento vegetativo, com aumento da produção de matéria seca e da produtividade. Esse efeito foi também observado em Unidades de Referência implantadas com a cultura do milho, na Fazenda Experimental de Sooretama, pertencente ao Incaper, onde se utilizou 30 e 50t/ha no plantio. A produção de grãos e massa seca de milho aumentou com a adição de lodo de esgoto, mostrando que a cultura respondeu favoravelmente às doses crescentes de lodo de esgoto com aumentos de produtividade.

REGIÃO CENTRO SERRANA DO ESPÍRITO SANTO

O experimento com o cultura do Café Arábica foi conduzido no Centro Regional de Desenvolvimento Rural Centro Serrano, situado no município de Domingos Martins.

Café arábica

O experimento foi conduzido em área de plantio de café arábica, com a cultivar IAPAR 59, com nove anos de idade. Os tratamentos foram constituídos por 36,8 t/ha de esterco bovino, com 1,2% N e 51% de umidade; 932,90 kg/ha de ureia para adubação mineral, apresentando 33% N; um tratamento sem adição de adubo nitrogenado e doses crescentes de lodo de esgoto, com 0,7% N e 48% de umidade: 22,4; 44,6; 66,7; 89,2; 111,3 e 133,5 t/ha, que correspondem a 82, 162, 242, 322, 402 e 482 kg/ha de nitrogênio (N). Essas doses foram divididas em três aplicações de quatro em quatro meses.

Os resultados obtidos indicam uma tendência de aumento em praticamente todos os tratamentos para as variáveis avaliadas, com uma relação direta e crescente em função do aumento da dose de lodo, com exceção do alumínio, que apresenta uma relação inversa.

O café arábica respondeu de maneira positiva ao aumento da quantidade de lodo aplicada, alcançando as maiores produtividades nos tratamentos que foram submetidos às maiores quantidades de lodo. Portanto, a quantidade de lodo de esgoto que proporcionou a melhor resposta foi a de 482 kg de N/ha ou seja, 133,5 t/ha de lodo de esgoto higienizado, aplicado em cobertura, em plantas com nove anos de idade.

REGIÃO SUL DO ESPÍRITO SANTO

Os experimentos com a cultura do abacaxi, da goiaba e da cana-de-açúcar foram conduzidos na Fazenda Experimental de Pacotuba, situada no município de Cachoeiro de Itapemirim.

Goiaba

Avaliou-se por dois anos consecutivos (2008 e 2009) o uso do lodo de ETE como fertilizante em quantidade variando de 10 a 60 t/ha na cultura da goiabeira ‘Paluma’. Os resultados mostraram que o material orgânico apresentou efeito positivo sobre a produtividade da cultura. A aplicação de 30 t/ha (equivalente à aplicação de 227 kg de N/ha) foi o melhor tratamento em ambos os anos, com produtividade média de frutos de 20 t/ha, equivalendo às adubações com esterco bovino na dose de 7,9 t/ha e à adubação química com 150 kg de N/ha/ano. O número de frutos produzidos foi influenciado na mesma proporção. No primeiro ano de aplicação do lodo na cultura da goiabeira, a Acidez Titulável Total (ATT) dos frutos foi reduzida com os tratamentos com lodo de ETE e o °Brix e o Ratio (°Brix/ATT) se elevaram.

Abacaxi

Avaliou-se, nos anos de 2008 e 2009, o desenvolvimento vegetativo e a produtividade da cultura do abacaxizeiro, cultivar Vitória, submetida à aplicação do lodo de ETE por ocasião do plantio e em cobertura, em quantidades variando de 19,2 a 57,6 t/ha. O peso médio de frutos atingiu o valor máximo quando se procedeu à aplicação de 44 t de lodo de ETE/ha, equivalente à aplicação de 560 kg de N/ha. O uso do lodo de ETE como fertilizante na cultura do abacaxizeiro proporcionou resultado comparável à adubação com esterco bovino na dose de 30,6 t/ha e a adubação química, com nitrogênio, na dose de 320 kg/ha.

Cana de açúcar

No período de 2008 a 2010, foram conduzidos dois experimentos com cana de açúcar ‘RB 867515’, cana planta e primeira soca. Em razão das boas condições de fertilidade do solo da área experimental, as doses de lodo variando de 6,4 a 19,2 t/ha foram semelhantes aos tratamentos com adubação química nitrogenada (80 kg de N/ha) e adubação com esterco bovino (7,7 t/ha) quanto à produção de colmos e às características tecnológicas °Brix, Pol, Pureza, Fibra, Açúcar teórico

recuperável (ATR), em kg/t e em kg/ha. Os resultados mostraram que o lodo de ETE tem potencial para uso na cultura da cana de açúcar. Em trabalho realizado no Estado de São Paulo avaliando-se a altura de plantas, com aplicação do lodo de esgoto higienizado, como fonte de matéria orgânica e nutrientes, obteve-se ganho de produtividade de biomassa de colmos da soqueira, com proporcional aumento da produtividade em açúcar por área.

Outras instituições do Estado têm iniciado estudos de viabilidade técnica da utilização de lodo de ETE na agricultura, como a Universidade Federal do Espírito Santo, que tem priorizado a avaliação da aplicação do lodo como componente de substratos para produção de mudas de espécies florestais, como a *Tectona grandis*, *Toona ciliata* (cedro-australiano), *Ateleia glazioviana*, *Tecoma stans*, *Murraya paniculata*, *Mimosa setosa*, encontrando resultados positivos para indicação com essa finalidade quando comparado com outros substratos utilizados comercialmente.

Considerações a serem observadas

O estudo da viabilidade técnica do uso de lodo de esgoto, juntamente com o monitoramento das alterações ocasionadas pelo uso do lodo, comprova cientificamente os efeitos do lodo no sistema agrícola, resultados esses fundamentais para a recomendação e disposição final do lodo de esgoto em cultivos agrícola e florestal, devendo-se, entretanto, ressaltar que:

O nitrogênio dos compostos orgânicos necessita passar pelo processo de mineralização para tornar-se disponível para as plantas, e a taxa com que este processo ocorre no solo é normalmente lenta e depende de fatores que condicionam a atividade dos micro-organismos decompositores, tais como o tipo de matéria orgânica, a temperatura, a umidade e a textura. Isto pode explicar o maior requerimento em nitrogênio orgânico adicionado com o lodo de ETE para uma resposta equivalente à fonte mineral, prontamente disponível.

Como o teor de cálcio no lodo de ETE usado como fertilizante pode variar em razão da quantidade de cal

virgem adicionada no processo de higienização do lodo de esgoto, o seu uso requer um acompanhamento constante das propriedades do solo, principalmente do teor de cálcio, do pH e da relação Ca/Mg, uma vez que a alteração dessas propriedades em níveis inadequados pode ocasionar desequilíbrios.

Em virtude de conter cal em sua composição, a resposta à aplicação do lodo de esgoto higienizado pode ser superior em solos mais ácidos e com teores baixos de cálcio quando comparado à resposta em solos onde essas características sejam consideradas ideais para o desenvolvimento vegetativo e potencial produtivo das culturas.

A redução do teor de cal virgem na mistura para higienização do lodo de esgoto a ser utilizado na agricultura deve ser sempre uma meta almejada, buscando otimizar a disponibilidade de nutrientes, a fim de melhorar as características do material como fertilizante, desde que mantenha a segurança de controle dos organismos patogênicos.

Projeto agronômico

Toda aplicação de lodo de esgoto e produtos derivados em solos agrícolas deve ser, obrigatoriamente, condicionada à apresentação de um projeto agronômico para as áreas de aplicação, elaborado por profissional devidamente habilitado, que atenda aos critérios e procedimentos estabelecidos pela resolução Conama nº 375 de agosto de 2006, tomando-se como base o roteiro descrito a seguir:

ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO AGRONÔMICO

1 Caracterização da instalação de tratamento de esgoto - ETE ou UGL

Apresentar descrição do sistema de tratamento incluindo a localização da estação de tratamento, a sua capacidade operacional, as características da bacia de drenagem de esgoto, o tipo de tratamento, o fluxograma simplificado do processo, as várias unidades do sistema e o volume de lodo de esgoto ou

produto derivado gerado.

2 Caracterização do lodo de esgoto ou produto derivado

Apresentar caracterização do lodo de esgoto ou produto derivado, observando-se o estabelecido no art. 7º da Resolução Conama 375/2006.

Apresentar o ensaio para determinação de elevação de pH provocada pela aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado no solo, conforme item 6, do Anexo II da Resolução Conama 375/2006, no caso de lodos de esgoto ou produto derivado tratados com cal.

Apresentar, de forma detalhada, a descrição dos processos adotados para redução de agentes patogênicos e de atratividade de vetores.

3 Caracterização das áreas de aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado

Apresentar nome e endereço do proprietário da área e declaração da UGL, conforme Anexo VI da Resolução Conama 375/2006.

3.1 Localização

Apresentar plantas planialtimétricas de situação dos locais de aplicação propostos, com a escala mínima de 1:10.000, abrangendo até 500 m dos limites da aplicação, trazendo indicações dos seguintes elementos:

- indicação do uso do solo na área a ser utilizada para a aplicação;
- coordenadas geográficas (UTM) das áreas de aplicação;
- localização de nascentes e olhos d'água;
- localização de corpos d'água, indicando sua largura;
- localização de lagoas, lagos, reservatórios, captações, poços de abastecimento de água, residências;
- localização de matas nativas remanescentes;
- levantamento das unidades de conservação incidentes;
- descrição da vizinhança; e
- acessos ao local.

Nos locais onde não se dispuser do levantamento planialtimétrico na escala 1:10.000, serão aceitos, excepcionalmente, os levantamentos na escala 1:50.000, complementados por descrição detalhada

da área e croqui com indicação das declividades das áreas de aplicação.

3.2 Caracterização do solo das áreas de aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado

Apresentar caracterização do solo, observando-se o estabelecido no art. 21 da Resolução Conama 375/2006, devendo ser incluída planta com a localização dos pontos de amostragem.

4 Taxa de aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado

Apresentar a taxa de aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado no solo observando o estabelecido no art. 17 da Resolução Conama 375/2006, para cada área.

5 Armazenamento e transporte do lodo de esgoto ou produto derivado

Apresentar detalhamento dos sistemas de armazenamento e transporte de lodo de esgoto ou produto derivado, os quais deverão atender ao estabelecido nos arts. 19 e 20 e no Anexo VII da Resolução Conama 375/2006.

6 Planos de aplicação e manejo

Apresentar plano de aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado e de manejo da área atendendo ao art. 18 da Resolução Conama 375/2006 e demais exigências desta Resolução, incluindo:

- a) descrição da sequência da aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado, detalhando períodos previstos para a aplicação ao longo do ano;
- b) indicação em planta das culturas de cada parcela; e
- c) descrição do manejo, detalhando época de plantio e/ou desenvolvimento da cultura.

7 Relatório de operação

Elaborar relatório de operação, que deve ser mantido em arquivo pela UGL, no qual devem constar os registros da operação, contemplando minimamente:

- a) origem do lodo de esgoto ou produto derivado;
- b) caracterização do lodo de esgoto ou produto derivado;
- c) data da aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado;

- d) localização da aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado (local, campo ou parcela);
- e) massa de lodo de esgoto ou produto derivado aplicado em toneladas (base seca) por hectare;
- f) totais anuais de lodo de esgoto ou produto derivado aplicado em toneladas secas por hectare;
- g) totais acumulados, desde o início da aplicação, em quilogramas por hectare, de cada metal avaliado;
- h) método de aplicação;
- i) tipo de vegetação existente ou cultura a ser implantada no local;
- j) quantidade de nitrogênio disponível aplicado, em kg/hectare;
- l) observações quanto à ocorrência de chuvas por ocasião da aplicação e condições do solo quanto a erosões.

8 Monitoramentos

Apresentar descrição detalhada dos monitoramentos propostos para o acompanhamento da aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado, observando-se o disposto nos arts. 10 e 21 da Resolução Conama 375/2006. Deverão ser propostos modelos de relatório dos monitoramentos do lodo de esgoto ou produto derivado e do solo das áreas de aplicação a serem efetuados pelo responsável pela aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado.

9 Anotação de Responsabilidade Técnica

Apresentar a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do projeto agrônômico proposto. No preenchimento da ART deverá ser indicado o responsável pelo projeto quanto à escolha do local, taxa de aplicação e escolha do tipo de cultura.

10 Informações adicionais

A critério do órgão ambiental poderão ser exigidas informações adicionais que não constam deste roteiro.



