

Utilização do Lodo de Esgoto como Adubo na Cultura da Cana de Açúcar

Bozza, Natália Ganzaroli
Marchiori, Luís Fernando Sanglade

Resumo

O lodo de esgoto é proveniente de estações de tratamentos. É uma atividade que se for mal executada, pode comprometer os benefícios ambientais e sanitários esperados destes sistemas. Estima-se que a produção de lodo no Brasil está entre 150 a 220 mil toneladas por ano, sendo descartado em aterros sanitários. Sua grande composição de matéria orgânica e nitrogênio fazem com que o lodo seja considerado útil para condicionar e fertilizar solos agrícolas ou recuperar áreas degradadas. O nitrogênio é encontrado no lodo principalmente em formas proteicas, que quando aplicado ao solo, se transforma em nitrato e assim é absorvido pelas raízes das plantas. A utilização de lodo de esgoto como adubo orgânico traz benefícios tanto ao meio ambiente, por diminuir a quantidade de lodo a ser descartado nos aterros sanitários, quanto ao produtor, por se um adubo mais em conta. O objetivo desse trabalho foi avaliar a utilização do lodo de E.T.E como adubo comparando-o com a adubação mineral comercial tradicional, em estudo de desenvolvimento vegetativo na cultura da cana de açúcar. Foram feitas avaliações biométricas (altura, número de folhas totais e verdes e área foliar) ao decorrer de quatro (4) meses. Ao avaliar os resultados obtidos pelos diferentes tratamentos utilizados, observou-se diferença no crescimento com relação à planta testemunha e na adubação com LE que foi expressa mais lentamente. O tratamento somente com adubo mineral se destacou em todas avaliações biométricas.

Palavras chave: resíduo sólido urbano, *Saccharum officinarum*, sustentabilidade.

Abstract

The sewage sludge comes from treatment plants. It is an activity that, if not properly performed, can compromise the expected environmental and health benefits of these systems. It is estimated that the production of sludge in Brazil is between 150 and 220 thousand tons per year, being disposed in landfills. Its large composition of organic matter and nitrogen make sludge useful for conditioning and fertilizing agricultural soils or recovering degraded areas. Nitrogen is mainly found in sludge in protein forms, which when applied to the soil becomes nitrate and is thus absorbed by plant roots. The use of sewage sludge as organic fertilizer brings benefits to the environment, as it reduces the amount of sludge to be disposed of in landfills, as well as to the producer, due to a more affordable fertilizer. The objective of this work was to evaluate the use of E.T.E sludge as fertilizer comparing it with traditional commercial mineral fertilization, in a study of vegetative development in sugarcane crop. Biometric evaluations (height, number of total and green leaves and leaf area) were made over four (4) months. When evaluating the results obtained by the different treatments used, it was observed difference in growth in relation to the control plant and in the fertilization with LE that was expressed more slowly. Treatment only with mineral fertilizer stood out in all biometric evaluations.

Keywords: urban solid waste, *Saccharum officinarum*, sustainability.

Resumen

El lodo de las aguas residuales proviene de plantas de tratamiento. Es una actividad que, si no se realiza adecuadamente, puede comprometer los beneficios ambientales y de salud esperados de estos sistemas. Se estima que la producción de lodos en Brasil es de entre 150 y 220 mil toneladas por año, que se eliminan en vertederos. Su gran composición de materia orgánica y nitrógeno hace que los lodos sean útiles para acondicionar y fertilizar suelos agrícolas o recuperar áreas degradadas. El nitrógeno se encuentra principalmente en el lodo en forma de proteínas, que cuando se aplica al suelo se convierte en nitrato y, por lo tanto, es absorbido por las raíces de las plantas. El uso de lodos de depuradora como fertilizante orgánico aporta beneficios al medio ambiente, ya que reduce la cantidad de lodos que se eliminarán en los vertederos, así como al productor, debido a un fertilizante más asequible. El objetivo de este trabajo fue evaluar el uso de lodos E.T.E como fertilizante comparándolo con la fertilización mineral comercial tradicional, en un estudio de desarrollo vegetativo en cultivos de caña de azúcar. Se realizaron evaluaciones biométricas (altura, número de hojas totales y verdes y área foliar) durante cuatro (4) meses. Al evaluar los resultados obtenidos por los diferentes tratamientos utilizados, se observó diferencia en el crecimiento en relación con la planta control y en la fertilización con LE que se expresó más lentamente. El tratamiento solo con fertilizante mineral se destacó en todas las evaluaciones biométricas.

Palabras clave: residuos sólidos urbanos, *Saccharum officinarum*, sostenibilidad.

INTRODUÇÃO

O lodo de esgoto é um subproduto gerado nas estações de tratamento de esgoto, que pode comprometer os benefícios ambientais e sanitários. É estimado que a produção de lodo de esgoto no Brasil gira em torno de 150 a 220mil toneladas por ano (PEDROZA, 2010).

Atualmente, grande parte desse subproduto é destinada para aterros sanitários, porém com as metas estipuladas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, as empresas passaram a buscar alternativas ambientais para que esse resíduo seja processado de forma apropriada antes do destino final (TERA, 2014).

A composição do lodo é basicamente uma mistura de substâncias que contém minerais, coloides e materiais orgânicos, podendo ser classificado em duas categorias: orgânico e inorgânico (TERA, 2014). Seu tratamento adequado depende de fatores como tecnologia, disposição final e espaço físico disponível, uma vez que cada uma dessas variáveis pode alterar as características físicas, químicas e biológicas do lodo.

A principal opção para reciclagem desse biossólido é o uso como condicionador para solos agrícolas. Entretanto, a possível presença de poluentes como metais pesados, patogênicos e compostos orgânicos persistentes, são fatores que podem provocar impactos ambientais negativos (PIRES, 2011). Vários países do mundo utilizam biossólido na agricultura, seguindo regulamentações específicas baseadas em estudos de avaliação de risco.

Várias são as opções para a sua utilização deste mesmo, entre elas se destaca o simples descarte em aterros sanitários, a incineração, a conversão em óleo combustível, o reuso industrial, o tratamento no solo e o uso agrícola e florestal. A alternativa agrícola para disposição do lodo de esgoto oferece uma alternativa segura e viável economicamente para seu descarte (SILVA et al, 2010).

A sustentabilidade da produção da cultura de cana de açúcar só pode ser atingida quando os nutrientes no sistema canavieiro têm balanço nulo ou positivo. É essencial conhecer as perdas de nutrientes mais importantes no agrossistema. Os nutrientes exportados pelos colmos podem ser compensados pela adição de diversos resíduos tais como o lodo de esgoto (LE) (SILVA et al, 2010).

Assim, o objetivo foi avaliar a utilização do lodo de E.T.E como adubo comparando-se com a adubação mineral comercial tradicional, em estudo de crescimento vegetativo na cultura da cana de açúcar. Foi conduzido um experimento em bloco único com quatro (4) tratamentos e três (3) repetições cada.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Lodo de Esgoto – composição

Os esgotos podem ser classificados em domésticos ou industriais. Os domésticos são constituídos por despejos domésticos, águas pluviais e de infiltração e os industriais são provenientes da utilização de água para diversas finalidades, com características próprias conforme a indústria e do tipo de tratamento utilizado. Ao final de todos os processos de tratamento de esgoto, tem-se o lodo de esgoto (COLINO, 2006).

O lodo de esgoto é constituído por matéria orgânica que corresponde entre 40 a 80% da composição total do seu peso seco. Essa matéria orgânica é uma mistura complexa de gorduras, proteínas, carboidratos, lignina, aminoácidos, açúcares, celulose, material húmico e ácidos graxos, além de microorganismos (SAITO, 2007).

Também podem ser encontrados contaminantes químicos na sua composição como metais tóxicos e contaminantes orgânicos provenientes de indústrias e de esgotos domésticos, como medicamentos, produtos de limpeza, solventes, poluentes derivados de combustão e pesticidas (SAITO 2007).

Tratamento do Lodo nas ETEs

Segundo Scalize (2003), o lodo passa por tratamentos para minimizar impactos ambientais, redução de custos para as empresas de saneamento básico e cumprir os parâmetros exigidos pelas legislações. Os resíduos apresentam grande quantidade de água que pode ser retirada antes da disposição final do lodo. Existem vários métodos com a finalidade de retirar as águas desses resíduos e lodos:

Adensamento por gravidade

O processo se dá em adensador em forma circular e equipado com braços raspadores mecânicos. Os raspadores encaminham o lodo sedimentado para o centro do adensador, de onde é feita a sua descarga (TSUTIYA et al, 2001).

Adensamento por flotação com ar dissolvido

O sistema consiste essencialmente de uma unidade de flotação e um saturador sendo, a unidade de flotação, responsável pela separação da fase sólida da fase líquida e o saturador dissolve o ar na água sob pressão (TSUTIYA et al, 2001).

Adensamento mecânico

A utilização do adensamento mecânico tem recebido uma atenção especial pela facilidade operacional, minimização de obras civis, e por necessitarem de pouco espaço físico. Os equipamentos existentes no mercado para adensamento de lodos de ETE são: centrífuga e adensador de esteira (ROSARIO, 2007).

Centrífugas

As centrífugas são utilizadas tanto para adensamento quanto para o desaguamento dos lodos (ROSARIO, 2007).

Adensamento por Esteiras (“belt-press”)

O Adensamento por esteiras surgiu junto com a evolução para o desaguamento de lodo. Nos equipamentos mais recentes as unidades de adensamento e desaguamento estão sendo incorporadas num único equipamento (ROSARIO, 2007).

Condicionamento de lodos de ETEs

É um processo para melhorar as características de separação das fases sólido-líquida do lodo. O condicionamento de lodos neutraliza ou desestabiliza as forças químicas ou físicas atuantes nas partículas coloidais e no material particulado em suspensão imersos em meio líquido. Este processo de desestabilização permite que as partículas pequenas se juntem para formar agregados maiores. Segundo Rosario (2007) os métodos de condicionamento de lodo são influenciados por fatores:

- fatores físicos (distribuição e tamanho das partículas, grau de mistura);
- fatores químicos (pH e alcalinidade, concentração de sólidos, carga superficial, natureza da associação água-sólida no lodo);
- Tipos de lodo (lodos primários, lodos secundários).

Desaguamento de lodos de ETEs

A escolha do sistema de desaguamento mais adequado é função de aspectos técnicos e econômicos. Segundo Rosario (2007) os objetivos principais do desaguamento são:

- reduzir o volume de lodo a ser descartado;
- reduzir os custos de transporte e disposição;
- facilitar o manuseio.

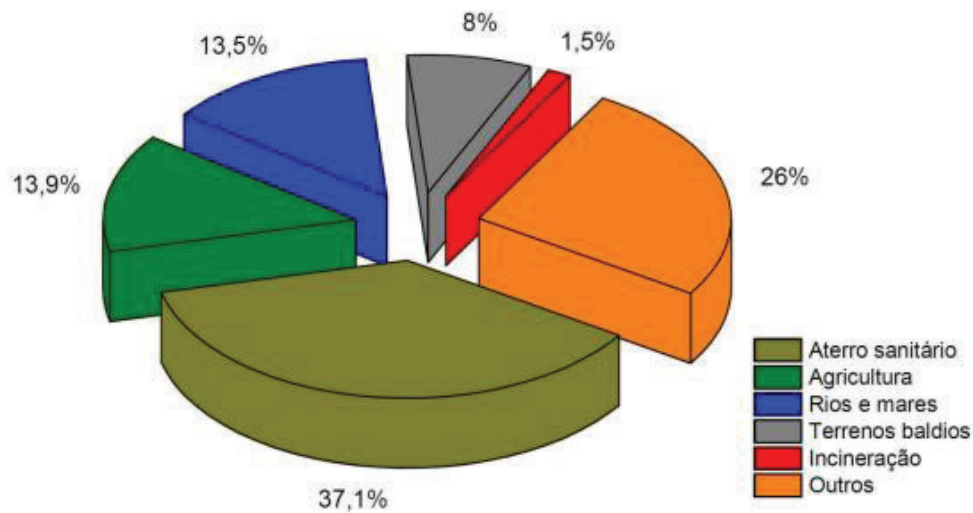
Destinações

Na teoria, disposição do lodo de esgoto de uma ETE depende da forma mais segura e ambientalmente aceitáveis, sendo considerável aspectos econômicos, legais, tecnologias disponíveis e a legislação pertinente. Porém, na prática, essa disposição é encontrada a mais próxima da localidade da ETE (WERTHER et al, 1999).

As principais destinações desse lodo são: disposição em aterro, uso agrícola, lançamento em rios ou oceanos, incineração, utilização na recuperação de locais contaminados, horticultura, paisagismo, silvicultura, processos industriais (indústrias de cimento, cerâmica e agregados), pirólise e gaseificação (LEBLANC et al, 2008).

No Brasil, os principais métodos de disposição do resíduo foram: aterro sanitário, uso na agricultura, incineração e lançamentos em rios, mares e terrenos baldios, como mostra a Figura 1. Já no estado de São Paulo, 90% do lodo produzido foram para aterros sanitários e apenas 10% para a agricultura (IBGE, 2008).

Figura 1: Destinações do lodo de esgoto produzido pelas ETEs em 2008



Fonte: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/>

Disposição em aterros sanitários

É a forma mais comum de destinação no Brasil, sendo utilizado dois métodos. Em um, o lodo é disposto junto com o lixo urbano e no outro a disposição são feitas em aterros exclusivos (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2011).

Os principais problemas encontrados nessa disposição são: os odores desagradáveis, liberação de gases (metano), produção de chorume, desabamento em partes do aterro devido à decomposição e além da percolação de água podendo contaminar os aquíferos subterrâneos (CAMARGO et al, 2006).

Uso na agricultura

O lodo de esgoto é caracterizado pela presença de nitrogênio, fósforo, matéria orgânica e micronutrientes (cobre, zinco, molibdênio, boro, ferro, magnésio e cálcio), assim trazendo benefícios ao solo. Assim levando o nome de biossólido, pois resulta de processos biológicos de tratamento (PATHAK et al, 2009).

Porém, a presença de metais pesados no lodo restringe sua utilização como fertilizante. A aplicação do lodo do solo pode levar a liberação dos metais pesados, assim entrando na cadeia alimentar, a qual pode causar distúrbios metabólicos e doenças crônicas (PATHAK et al, 2009).

Além disso, pode levar a contaminação das águas superficiais subterrâneas. O excesso de nutrientes pode ser lixiviado ou arrastado por erosão, podendo causar, futuramente, uma intensa eutrofização dos corpos d'água (CAMARGO et al, 2006).

Incineração

É um método de disposição que não pode ser mais reutilizado ou usado de maneira segura em aterros sanitários. Basicamente, é um processo térmico de oxidação no qual o lodo é convertido em gases e em resíduo sólido. A vantagem é que esse processo reduz o volume em até 90% (VISVANATHAN, 1996).

O produto sólido resultante ainda é levado para aterros sanitários ou incorporados a co-processos, como indústria de cimento (VIANA, 2013).

Pirólise

No lodo, a decomposição da substâncias sólidas ocorre gradualmente a medida que elas passam pelas zonas de aquecimento do reator. O volume, do resultante, é bem reduzido, podendo ser disposto em aterro e utilizado como adsorvente em meio líquido ou gasoso, ou ainda ser queimado para energia (VIANA, 2013).

Os gases e óleos gerados podem ser utilizados como combustíveis potenciais. Ainda gerando biogás que pode ser utilizado como fonte de energia para suprir a pirólise (HOSSAIN, 2009).

METODOLOGIA

O presente experimento foi iniciado dia 16 de julho de 2019 na cidade de Limeira, São Paulo. Com a cultivar de cana-de-açúcar RB86-7515 (tolerante à seca).

Obtenção do Lodo de esgoto

Foi adquirido o Lodo de esgoto na ETE Ponte do Caixão em Piracicaba e foi colocado pra secar por três dias como mostra a Figura 2 no período de Junho de 2019.

Figura 2: Lodo durante a secagem



Fonte: Autores.

Preparo das gemas

As mudas provenientes de propágulos vegetativos foram obtidas na fazenda Areão em Piracicaba, vieram sob a forma de colmos de canas de açúcar inteiras e depois destes colmos foram cortados doze toletes com duas gemas em cada (Figura 3).

Figura 3: Toletes de cortados de cana-de-açúcar



Fonte: Autores.

Coleta do solo

Utilizou-se o solo denominado “Lve distrofico” (Figura 4) que foi coletado na fazenda Areão na cidade de Piracicaba, São Paulo.

Figura 4: Solo utilizado no presente experimento



Fonte: Autores.

Preparo do vaso e plantio dos toletes

Separaram-se doze (12) vasos com capacidade de vinte e cinco (25) litros, com os seguintes tratamentos:

1º tratamento – três vasos com lodo e com adubo

2º tratamento – três vasos com lodo e sem adubo

3º tratamento – três vasos sem lodo e com adubo

4º tratamento – três vasos sem lodo e sem adubo

Nos tratamentos 1 e 3, com adubo mineral, a adubação mineral usada foi Ureia, Superfosfato Simples e Cloreto de Potássio, fornecendo a cada vaso 10 g de Nitrogênio, 60 g de Fósforo e 13 g de Potássio.

Nos tratamentos 1 e 2, com adubo orgânico, adicionou-se 1,25 kg de lodo em cada vaso selecionado visando a suplementação semelhante a mineral.

Foram adicionados 20 kg de terra com o seu respectivo tratamento em cada vaso, após, misturou-se e em seguida foi feito o plantio dos toletes com profundidade de 10 cm.

Avaliação de crescimento

Avaliou-se parâmetros biométricos (na folha +1) como:

a) **Altura e número de folhas verdes:** foi medida a altura das plantas (da base da planta até a lígula da folha +1) com trena e contado o número de folhas verdes (folhas com lígula visível e com mais de 20% de área verde).

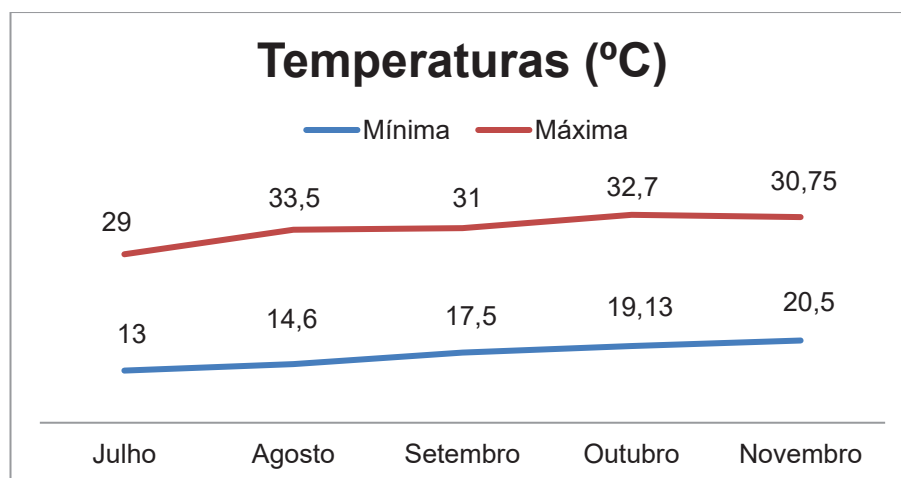
b) **Número de perfilhos**

c) **Área foliar (AF):** foi determinada por meio do número de folhas verdes (folha totalmente expandida com mínimo de 20% de área verde, contada a partir da folha +1), sendo obtidos o comprimento (C) e a largura (L) na porção mediana, segundo metodologia descrita por Hermann & Câmara (1999): $AF = C \times L \times 0,75 \times (N + 2)$, onde 0,75 é o fator de correção para área foliar da cultura, e N é o número de folhas abertas.

Dados climatológicos

Os dados de temperatura máxima e mínima foram coletados diariamente (gráfico 1) com termômetro digital kasvi.

Gráfico 1: Temperaturas máximas e mínimas média durante a condução do experimento



Fonte: Autores.

As avaliações biométricas foram realizadas a partir do 3º mês de plantio, a cada mês. No 4º mês foi realizada a cada 15 dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira avaliação, aos 60 dias após o plantio, (16/09/19) os dados de biometria mostraram que a adubação com o lodo de esgoto (LE) apresentou os menores valores, com efeitos deletérios sobre o crescimento da cultivar utilizada (tabela 1), sendo todos os parâmetros menores

que a testemunha. Por outro lado, o tratamento S. lodo/C. adubo apresentou os melhores resultados.

Tabela 1: Altura total da planta, altura até a inserção da folha +1, número de folhas totais e secas, número de perfilhos, comprimento da folha +1, largura da folha +1 e área foliar (Média de 3 repetições)

	Altura F+1 cm	Altura total cm	Folhas totais	Folhas secas	Comprimento da folha +1	Largura da folha +1	Perfilhos	Área foliar cm ²
S. lodo/S. adubo	20,75	93,57	5,25	0,00	72,10	1,52	0,00	597,86
C. lodo/S. adubo	19,10	88,40	4,80	0,00	65,30	1,50	0,20	499,54
C. lodo/C. adubo	22,50	102,62	5,25	0,00	78,00	1,65	0,50	699,80
S. lodo/C. adubo	25,37	109,95	4,75	0,00	85,32	1,80	0,25	777,52

Fonte: Autores.

Após 92 dias do plantio, realizou a segunda avaliação (16/10/19), que mostrou um crescimento maior na altura até a inserção da folha +1 no tratamento com lodo e sem adubo com relação a planta testemunha e o perfilhamento também foi maior. Porém, o tratamento S. lodo/C. adubo, nessa segunda avaliação mostrou resultados consistentes de superioridade (Tabela 2).

Tabela 2: Altura total da planta, altura até a inserção da folha +1, número de folhas totais e secas, número de perfilhos, comprimento da folha +1, largura da folha +1 e área foliar (Média de 3 repetições)

	Altura F+1 cm	Altura total cm	Folhas totais	Folhas secas	Comprimento da folha +1 cm	Largura da folha +1 cm	Perfilhos	Área foliar cm ²
S. lodo/S. adubo	31,75	163,80	7,75	3,75	132,75	2,07	0,00	1239,55
C. lodo/S. adubo	34,80	156,70	6,60	1,80	120,40	1,96	0,60	1203,51
C. lodo/C. adubo	37,50	166,82	7,25	3,00	132,25	1,82	0,50	1131,36
S. lodo/C. adubo	41,25	187,75	7,00	2,00	148,00	2,42	0,50	1884,22

Fonte: Autores.

Na terceira avaliação (31/10/19), após 107 dias do plantio, apesar do tratamento com lodo e sem adubo apresentar dados biométricos com resultados superiores a testemunha (sem lodo e sem adubo) (Tabela 3), em relação aos demais tratamentos ainda se mostrou inferior na comparação aos dados biométricos com exceção do número de perfilhos.

Tabela 3: Altura total da planta, altura até a inserção da folha +1, número de folhas totais e secas, número de perfilhos, comprimento da folha +1, largura da folha +1 e área foliar (Média de 3 repetições)

	Altura F+1 cm	Altura total cm	Folhas totais	Folhas secas	Comprimento da folha +1 cm	Largura da folha +1 Cm	Perfilhos	Área foliar Cm ²
S. lodo/S. adubo	35,50	184,75	8,25	4,00	150,25	2,77	0,00	1954,42
C. lodo/S. adubo	40,00	195,20	7,80	3,60	152,40	2,90	0,60	2055,11
C. lodo/C. adubo	44,12	190,25	8,00	3,25	150,50	2,70	0,50	2057,15
S. lodo/C. adubo	48,00	204,50	7,50	2,50	158,75	3,32	0,50	2771,18

Fonte: Autores.

Após 122 dias, realizou a quarta avaliação (15/11/19), os dados biométricos se mantiveram com a mesma tendência da avaliação anterior, assim, o tratamento com lodo e sem adubo continuou a apresentar dados biométricos com resultados superiores a testemunha (sem lodo e sem adubo) (tabela 4). Nesta a área foliar foi superior no tratamento com lodo e sem adubo em comparação ao tratamento com lodo e nos demais dados biométricos a diferença entre estes tratamentos foi mínima, mas o tratamento sem lodo e com adubo se mostrou superior em todas as medidas biométricas.

Tabela 4: Altura total da planta, altura até a inserção da folha +1, número de folhas totais e secas, número de perfilhos, comprimento da folha +1, largura da folha +1 e área foliar (Média de 3 repetições)

	Altura F+1 cm	Altura total cm	Folhas totais	Folhas secas	Comprimento da folha +1 cm	Largura da folha +1 Cm	Perfilhos	Área foliar Cm ²
S. lodo/S. adubo	45,35	192,625	11	4,5	148,875	3,175	0	3013,32
C. lodo/S. adubo	51,9	207	9,8	3	157,94	3,68	0,6	3836,05
C. lodo/C. adubo	54	208,55	9,75	3,25	157,275	3,725	0,5	3734,79
S. lodo/C. adubo	65,75	236,75	9,5	2,75	174	4,025	0,5	4596,05

Fonte: Autores.

A adição de LE propiciou um maior perfilhamento como mostra nas tabelas 2, 3 e 4, estando de acordo com SILVA et al (2010). Este aumento poderia ser causado pelo fato do LE ter corrigido a acidez do solo e propiciar uma melhor disponibilidade de água. Verificou-se também que os demais tratamentos também apresentaram perfilhamento.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nesse experimento, podemos concluir que a adubação com lodo e sem adubo apresentou resultados satisfatórios quando comparada a ausência de adubação e que a resposta à adubação com LE se expressa mais lentamente que a adubação com adubo mineral. Ainda, os resultados dos tratamentos que envolvem adubo mineral com ou sem lodo, se mostraram superiores ao tratamento somente com lodo e sem adubo mineral, embora foram bem próximos em comparação ao tratamento com lodo e com adubo. O tratamento somente com adubo mineral se destacou em todas as avaliações biométricas apresentando os melhores resultados.

REFERÊNCIAS

CAMARGO, O. A.; BETTIOL, W. *Lodo de esgoto: Impactos ambientais na agricultura*. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2006. 349 p.

COLINO, Marcelo de Marchi. *Uso de lodo de estações de tratamento de água e de esgoto urbano como condicionador de solo, com ênfase nas propriedades físicas do solo*. 2006. xv, 116 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, 2006. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/93780>. Acesso em: 20 novembro de 2019.

CONSELHO Nacional do Meio Ambiente – Resolução N° 375, de 29 de agosto de 2006. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/conselho-nacional-do-meio-ambiente-resolucao-no-375-de-29-de-agosto-de-2006/>. Acesso em: 20 de Novembro de 2019.

HERMANN, E. R.; CÂMARA, G.M.S. 1999. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. *Stab*. 17, 32-34.

HOSSAIN, M. K.; STREZOV, V.; NELSON, P. F. Thermal characterisation of the products of wastewater sludge pyrolysis. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, v. 85, n. 1-2, p. 442-446, 2009.

IBGE. *National survey of sanitation*. Rio de Janeiro, 2008.

LEBLANC, R. J.; MATTHEWS, P.; RICHARD, R. P. Global atlas of excreta, wastewater sludge and biosolids management: moving forward the sustainable and welcome uses of a global resource. *United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT)*. Canadá, 2008.

PATHAK, A.; DASTIDAR, M. G.; SREEKRISHNAN, T. R. Biobleaching of heavy metals from sewage sludge: A review. *Journal of Environmental Management*, v. 90, n. 8, p. 2343-2353, 2009.

PEDROZA, Marcelo Mendes. *Produção e tratamento de lodo de esgoto*. Disponível em: <http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/>

[Revista SIER/v.%2011%2C%20n.%2016%20%282010%29/5.%20Produ%E7%E3o%20e%20Tratamento%20de%20Lodo%20de%20Esgoto.pdf](#). Acesso em: 10 de maio de 2019.

PIRES, Adriana. *Lodo de esgoto*. Disponível em:

https://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/artigos/lodo_de_esgoto.html. Acesso em: 10 de maio de 2019.

_____. *Uso agrícola do lodo de esgoto: aspectos legais*. Disponível em:

https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Pires_lodoID-0L1Y8Wo2Vx.pdf. Acesso em: 20 de Novembro de 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. *Aterros sanitários São Paulo*. Disponível em:

http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/servicos/limpurb/aterros_e_tran sbordos/index.php?p=4633. Acesso em 15 de maio de 2019.

ROSARIO, Carlos Gonzalo Alvarez. 2007. *Avaliação da disposição de lodo gerado numa estação de tratamento de água em reator anaeróbio de fluxo ascendente e manto de lodo (uasb)*. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Engenharia Hidráulica e Sanitária. 2007, 236 p.

Saito, Maria Lúcia. *O uso do lodo de esgoto na agricultura: precauções com os contaminantes orgânicos* / Maria Lúcia Saito. – Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007. 35 p. : il. — (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 64).

SCALIZE, P. S. *Disposição de resíduos gerados em estações de tratamento de água em estações de tratamento de esgoto*. 2003. 146 f. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

SILVA, Fábio César da; BOARETTO, Antonio Eneidi; ABREU, Cássio Hamilton; BERTON, Ronaldo Severiano; BASSO, Luiz Carlos; BARBIERI, Valter. *Impactos da aplicação de lodo de esgoto na cultura da cana-de-açúcar e no ambiente*. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/23814/1/4233-19997-1-PB-1.pdf>.

Acesso em: 10 de maio de 2019.

TERA. *Os desafios do tratamento do lodo industrial e sanitário*. Disponível em:

<https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/os-desafios-do-tratamento-do-lodo-industrial-e-sanitario>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

TSUTIYA, M. T. et al. *Biossólidos na agricultura*. São Paulo: SABESP, 2001. 468 p.

VIANA, Marcelo Mendes. *Obtenção e utilização de produtos de pirólise do lodo de esgoto para adsorção de poluentes em meio aquoso*. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-18082014-115608/publico/Tese_MarceloViana.pdf. Acesso em: 19 de Novembro de 2019.

VISVANATHAN, C. Hazardous waste disposal. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 16, n. 1–4, p. 201-212, 1996.

WERTHER, J.; OGADA, T. Sewage sludge combustion. *Progress in Energy and Combustion Science*, v. 25, n. 1, p. 55-116, 1999.

1 BOZZA, Natália Ganzaroli. É Tecnóloga em Biocombustíveis pela FATEC Piracicaba Dep. “Roque Trevisan”. Atualmente é estagiária da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química laboratorial.

2. MARCHIORI, Luis Fernando Sanglade. Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Faculdade de Agronomia e Zootecnia Manoel Carlos Gonçalves (1986), Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia pela Universidade de São Paulo (1998) e Doutorado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia pela Universidade de São Paulo (2004). Atualmente é Professor na Faculdade de Tecnologia de Piracicaba e Diretor Técnico da Estação Experimental Fazenda Areão da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo. Tem experiência nas áreas de Engenharia com ênfase em projetos e estudos hidrológicos e uso racional da água e Agronomia, com ênfase em Manejo e Tratos Culturais, atuando principalmente nos seguintes temas: Cana-de-açúcar; Desempenho em épocas de plantio e colheita; Sistemas de plantio cana inteira ou picada; Soja; Desempenho em épocas de semeadura Normal e Safrinha, populações e cultivares; Análise de crescimento da soja em diversas épocas de semeadura, cultivares e populações.