

TEMPERATURA EM UM SOLO SUBMETIDO A APLICAÇÃO DE RESÍDUOS DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

TEMPERATURE IN A SOIL SUBMITTED THE APPLICATION OF WASTE OF SEWAGE TREATMENT STATION

Luana Venturinelli^I
Gilberto Aparecido Rodrigues^{II}
Elizete Machado Rodrigues^{III}
Gilmar Oliveira Santos^{IV}

RESUMO

O destino de resíduos orgânicos urbanos pode ser uma prática sustentável, mas é importante aprofundar o conhecimento e o comportamento destes no ambiente solo. Conhecer as variações da temperatura do solo ao longo do tempo pode ser uma tática de gestão interessante de resíduos sólidos urbanos com a possibilidade de uso na agricultura. Neste estudo, investigaram-se o efeito da aplicação de lodo de esgoto e irrigação, na taxa de degradação do lodo de esgoto (TDLE) no solo. O experimento foi conduzido ao longo de 90 dias, em março de 2016, em região agrícola de Jaboticabal, SP, em área de 160 m² de Latossolo Vermelho eutrófico, desprovida de vegetação. Os tratamentos constituíram da aplicação de lodo de esgoto (QLE), nas quantidades de 5, 10 e 15 Mg ha⁻¹ e da aplicação de lâminas de irrigação (LAM-EET): L1 igual a 20 mm (11%), L2 igual a 110 mm (60%) e L3 igual a 184 mm (100%). As variações na temperatura do solo foram influenciadas pela aplicação de lodo de esgoto e fertirrigação com lâminas de efluente de esgoto tratado. Maiores quantidades de LE: zero, 5, 10 15 Mgha⁻¹ tenderam a reduzir a temperatura do solo em média, com valores de 28,23 °C, 27,81 °C, 26,84 °C e 26,63 °C, respectivamente.

Palavras-chave: Aquecimento do solo. Biossólidos. Fertirrigação. Lodo de esgoto.

ABSTRACT

The fate of urban organic waste can be a sustainable practice, but it is important to deepen their knowledge and behavior in the soil environment. The knowledge of soil temperature variations over time may be an interesting management tactic of urban solid waste with the possibility of use in agriculture. In this study, the effect of the application of sewage sludge and fertirrigation on soil temperature variation was investigated. The experiment was conducted over a period of 90 days, in March 2016, in an agricultural region in Jaboticabal, SP, in an area of 160 m² of eutrophic Red Latosol, devoid of vegetation. The treatments consisted of the application of

^I Graduanda em Tecnologia em Agronegócio pela Faculdade de Tecnologia (FATEC) de Taquaritinga – SP – Brasil . E-mail: luana.venturinelli@hotmail.com.

^{II} Professor Doutor do Curso de Agronegócio Faculdade de Tecnologia (FATEC) de Taquaritinga – SP – Brasil . E-mail: gilberto.rodrigues@fatectq.edu.br

^{III} Tecnóloga em Biocombustíveis pela Faculdade de Tecnologia (FATEC) de Jaboticabal – SP – Brasil . E-mail: elizeterodrigues91@hotmail.com.

^{IV} Professor Doutor da Universidade de Rio Verde, UniRV de Goiás – Brasil. Email: gilmar_engambiental@yahoo.com.br

sewage sludge (QLE), in the amounts of 5, 10 and 15 Mg ha⁻¹ and the application of fertigation slides (LAM-EET): L1 equal to 20 mm (11%), L2 equal to 110 mm (60%) and L3 equal to 184 mm (100%). The variations in soil temperature were influenced by the application of sewage sludge and fertirrigation with treated sewage sludge. Higher amounts of LE tended to reduce soil temperature.

Keywords: Soil heating. Biosolids. Fertigation. Sewage slime.

1 INTRODUÇÃO

O lodo de esgoto (LE) é um resíduo resultante dos processos de tratamento primário e secundário do esgoto nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). As características que se obtém do lodo de esgoto resultam do seu tipo de efluentes - águas residuárias domésticas ou industriais - e do tratamento dado a elas. Bem como a disposição final deste, uso biossólidos ou apenas descarte. A escolha entre essas opções também irá definir a intensidade do tratamento de um lodo ou outro (ANDREOLI *et al.*, 2001).

As grandes causas inquestionáveis do aumento da geração de resíduos são o crescimento populacional, a urbanização e o desenvolvimento econômico (BETTIOL; CAMARGO, 2006). Saito (2007) aponta que em diversos países as destinações dadas ao lodo de esgoto são, por exemplo os aterros sanitários, a utilização na agricultura e a incineração. Sendo essa última muito cara e ambientalmente inadequada, restam então, as outras opções de descarte.

A resolução nº 375/2006 do CONAMA, retificada pela CONAMA 380/2006 (CETESB, 1999; BRASIL, 2013; BRASIL, 2015) define os critérios da utilização agrícola do LE, os procedimentos, os limites aplicáveis para agentes biológicos e metais pesados, que podem causar toxicidade à saúde humana e estão presentes no LE. Para se alcançar características permissíveis para aplicação agrícola, é necessário que o lodo de esgoto seja tratado e processado, atingindo propriedades que o definam como ambientalmente seguro.

O uso adequado do biossólido na agricultura traz benefícios diretos à ciclagem de nutrientes, auxiliando a nutrição de plantas por ser rico em matéria orgânica e em macro e micronutrientes. Um LE típico apresenta aproximadamente 40% de matéria orgânica, 4% de nitrogênio, 2% de fósforo, os demais macros e micronutrientes (BETTIOL; CAMARGO, 2006). Atua como condicionador de solos e reduz as taxas de erosão, além de conciliar o menor custo na produção agrícola (CAVALCANTE *et al.*, 2017).

Santos *et al.* (2001) e Godoy (2013), identificam o lodo de esgoto como eficaz para recuperação de áreas degradadas, haja vista a promoção de melhorias físicas na estruturação do solo. A utilização do LE é uma alternativa viável e ambientalmente adequada, também age como corretivo da acidez do solo (BONINI; ALVES; MONTANARI, 2015).

O LE pode aumentar a capacidade de retenção de água e a capacidade de troca catiônica (BITTAR; FERREIRA; CORRÊA, 2013), melhorando as propriedades biológicas do solo (ARMENTA *et al.*, 2012). Campos e Alves (2008) e Bezerra (2006), analisaram a utilização de LE em solos degradados pelo uso intensivo e baixo teor de matéria orgânica, constataram interferência desse material sob as propriedades físicas do solo. Concluíram que a utilização de LE na recuperação de solos degradados foi satisfatória, melhorando a fertilidade do solo na área aplicada. Uma característica importante do uso de resíduos orgânicos para serem adicionados aos solos é a sua taxa de degradabilidade, a qual pode variar de acordo com a composição do resíduo utilizado, e com a lâmina de irrigação imposta (SOUZA *et al.*, 2014). Para se obter resultados satisfatórios no rendimento das culturas, a irrigação mostra-se como uma ferramenta

eficiente e segura. Para tal efeito, a exatidão nos cálculos da evapotranspiração dessas plantas é de extrema importância (CHABAT, 2010). Dentre os fatores determinantes para o desenvolvimento da cultura está a temperatura do solo. Suas condições térmicas são alteradas através do preparo do solo por duas maneiras. Quando se modifica a cobertura do solo - isso faz com que o coeficiente de reflexão mude, influenciando a entrada e saída de energia da superfície, ou tal preparo modifica as propriedades e características físicas do solo (porosidade, densidade e conteúdo de água) (FABRIZZI *et al.*, 2005).

A disposição de resíduos no solo causa impactos no armazenamento de água, na evaporação e na sua temperatura, isso se deve a oscilação nas transferências de calor e água na superfície deste (SARKAR; PARAMANICK; GOSWAMI, 2007; SARKAR; SINGH, 2007).

Gasparim *et al.* (2005), apontam que a germinação da semente bem como o desenvolvimento da planta, sofrem efeitos diretos da temperatura do solo, pois essa necessita ser adequada para que haja um bom desempenho da cultura. A temperatura do solo cumpre papel importante na atividade funcional das raízes, na liberação dos nutrientes e determina a velocidade e/ou duração do crescimento das plantas, podendo também influenciar nas ocorrências de doenças.

A cor escura do LE pode causar maior absorção de calor e irradiação de luz solar, elevando a temperatura do solo. Desse modo, Braga *et al.* (2017), analisaram a variação de temperatura em solo nu, em diferentes coberturas de solo e em solo coberto com manta agro têxtil preta (TNT) às profundidades de 5 e 10 cm, e concluiu que os valores das temperaturas máximas e mínimas foram maiores nas condições de cobertura do solo com material plástico preto e plástico dupla face preto (PP, PDF) comparados à condição de solo nu em ambas às profundidades. O ensaio ainda apontou que onde foram utilizadas as coberturas de plástico preto, houve maior demanda de replantio de mudas, embora as temperaturas do solo entre 5 e 10 cm de profundidade tenham sido próximas.

Quando se compara um solo nu com um solo coberto por resíduos, é natural que no primeiro ocorram as taxas mais elevadas de temperatura, registrando maior aquecimento durante o dia e maior resfriamento durante a noite (SILVA *et al.*, 2006). Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a o efeito na temperatura do solo quando aplicado quatro quantidades de LE sob três lâminas de efluente de esgoto tratado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em propriedade rural, em Jaboticabal-SP, na latitude de 21°44'25" S, longitude 48°15'50" W e altitude de 546 metros (UNESP, 2016). A quantidade média de precipitação anual é de aproximadamente 1.425 milímetros, concentrando-se mais entre outubro e março. O solo da área experimental é do tipo latossolo vermelho eutroférico, textura argilosa, de acordo com o sistema de classificação de solos da Embrapa (2013). O clima no local foi classificado como CWA tropical (Köppen), com verão chuvoso e inverno seco, e temperatura média de 22,2 °C. A área experimental foi mantida desprovida de qualquer material vegetativo, inicialmente com aplicação de dessecante e seguido de limpeza realizada de capina manual com enxada, e em seguida foram demarcadas as parcelas nas dimensões de 1,2 x 2,4 m.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 3, com 4 repetições, no qual o primeiro fator correspondeu a aplicação de lodo de esgoto (QLE0 igual a zero, QLE5 igual a 5 Mg ha⁻¹, QLE10 igual a 10 Mg ha⁻¹, QLE15 igual a 15 Mg ha⁻¹) e o segundo fator, lâminas de irrigação (LAM- EET): L1 igual a 20 mm (11%), L2 igual a 110 mm (60%) e L3 igual a 184 mm (100%).

A área experimental (Figura 1) foi disposta por 4 blocos, medindo cada um 12 m de comprimento por 2,40 metros de largura, e era abastecida por fonte de água para irrigação, a qual abastecia ao mesmo tempo os 4 blocos, por uma linha de três aspersões Senninger (Modelo 3023-2 com duplo bocal de 8 x 5 mm, operados com pressão de 300 kPa, vazão de $0,845 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, espaçados 6 metros um do outro. Em cada bloco foi determinado 3 faixas, para que estas recebessem uma distribuição gradual de irrigação de lâminas de 20, 110 e 184 mm de água, aplicadas duas vezes por semana, e nestas faixas foram dispostos os tratamentos. A lâmina 3, de cada bloco, ficou junto à linha de aspersores, a lâmina 2 e a lâmina 1 ficaram distantes 6 e 12 metros da linha de aspersores, respectivamente. Os dados meteorológicos diários foram coletados na Estação Agroclimatológica da FCAV-UNESP. Foram avaliadas as temperaturas do solo com termômetro de solo da marca Minipa, com precisão de uma casa decimal, durante o período de 90 dias.

Tabela 1 - Normais climatológicas durante o período experimental nos três meses de experimento

Temperatura (°C)		Umidade Relativa (%)			Precipitação (mm)	Insolação (h)	
Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média		
33,58*	18,25	25,64	70,96	23,52	46,16	48,00	8,76
30,68**	19,30	23,80	90,38	41,87	70,04	175,40	6,07
31,61***	19,09	24,56	84,17	36,90	63,19	148,70	7,15
31,96	18,88	24,67	81,84	34,10	59,80	124,03	7,33

* 1º. mês, ** 2º. Mês, *** 3º. mês, de degradação do resíduo LE.

Fonte: Unesp (2016)

Os dados foram submetidos à análise estatística, utilizando-se o programa Sisvar para Windows versão 4.0 (FERREIRA, 2000a), e em seguida, foi aplicado o teste F ($P < 0,05$) e teste de Tukey ($P < 0,05$). As correlações de Pearson foram feitas utilizando o programa Excel (Office 2013).

Figura 1 - Área experimental em propriedade rural, distante 800m da ETE de Jaboticabal, SP



Fonte: os autores (2019)

Tabela 2 - Características do solo nas parcelas sem e com a adição de lodo de esgoto, e composição do lodo obtido na estação de tratamento de esgoto de Jaboticabal

LE no solo	pH	MO	P	S	Ca	Mg	K	Al	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl ₂	gdm ⁻³	mgdm ⁻³		mmol _c dm ⁻³							%
SLE*	5,5	34,5	50,7	6,5	41,0	13,5	2,9	0,4	27,6	58,4	86,0	68,0
CLE*	5,4	33,6	59,8	9,3	41,1	12,5	2,8	0,4	34,5	57,3	91,8	62,0

LE da ETE	pH	MO	P	N	Ca	Mg	K	C orgânico	Matéria seca
	%								
	5,14	62,8	2,3	1,4	3,5	0,5	0,1	36,4	18,4

*SLE: solo sem lodo de esgoto; CLE: solo com lodo de esgoto (5,10 e 15 Mgha-1).

Fonte: Laboratório Athenas (2016)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas variâncias de temperatura (VTS) apresentou efeitos significativos para as quantidades de lodo de esgoto (QLE) aplicadas ($P < 0,05$) nas idades 7, 14 e 21 dias do experimento (Tabela 3). As lâminas de fertirrigação (LAM-EET) mostraram efeitos significativos com 7 e 49 dias e não houve efeito da interação QLE x LAM-A (Tabela 3).

Tabela 3 - Análise de variância da variação da temperatura do solo (VTS) em um latossolo vermelho em função da aplicação de lodo de esgoto (QLE) e fertirrigação (LAM-EET)

Idades	Teste F			Média	CV
	QLE	LAM- EET	Interação QLE x LAM- EET		
-7dias	0,00*	0,02*	0,99 ^{ns}	32,48	6,43
-14dias	0,05*	0,38 ^{ns}	0,01 ^{ns}	22,87	1,22
-21dias	0,22 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,99 ^{ns}	29,52	5,27
-28dias	0,87 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,92 ^{ns}	23,83	3,29
-35dias	0,69 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,94 ^{ns}	24,58	6,29
-42dias	0,17 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,96 ^{ns}	25,17	5,49
-49dias	0,71 ^{ns}	0,97*	0,93 ^{ns}	23,67	3,75
-56dias	0,41 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,98 ^{ns}	24,39	3,79
-63dias	0,23 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,90 ^{ns}	23,94	3,71
-70dias	0,59 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,52 ^{ns}	35,89	4,94
-77dias	0,29 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,19 ^{ns}	27,64	1,67
-84dias	0,34 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,96 ^{ns}	27,98	3,56
-91dias	0,39 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,77 ^{ns}	40,96	5,67

* Significativo pelo teste F ($P < 0,05$); ns: não significativo; VTS: variação da temperatura do solo; LAM-EET: lâminas de irrigação; QLE: quantidades de LE (0, 5,10 e 15 Mg ha⁻¹); CV: Coeficiente de Variação. Fonte: os autores (2019)

Sabe-se que temperaturas elevadas podem afetar negativamente a velocidade de germinação de sementes de girassol (SANTOS; ZONETTI, 2009), onde as temperaturas médias

de 30 °C foram as que promoveram melhor germinação por unidade de tempo. Constataram ainda que aumento da temperatura influenciou negativamente no desenvolvimento inicial de plântulas de girassol, com reflexo mais pronunciado na parte aérea quando comparado à raiz.

Sá *et al.* (2010), constataram que a presença de palha sobre o solo alterou significativamente o comprimento radicular de plantas de milho, de tal sorte que as raízes das plantas de milho foram beneficiadas pelas quantidades de palha, de 5 ou 10 Mgha⁻¹, adicionadas na camada superficial de zero a 20 cm do solo, e que ao longo do desenvolvimento das plantas, constatou-se uma resposta na maior extração total de N, P e K do solo. Estas respostas estão relacionadas ao microambiente proporcionado pela presença da palha, na manutenção da umidade e abaixamento da temperatura do solo no raio de ação das raízes.

A média da variação de temperatura do solo (VTS) mostrou efeitos significativos (P<0,05) nas idades 7, 70 e 77 para as quantidades de LE aplicadas neste estudo (0,5, 10 e 15 Mg ha). Foi possível observar também as elevadas temperaturas registradas aos 7, 70 e 91 dias do experimento (Tabela 4). É interessante notar que na primeira semana a temperatura do solo sem lodo de esgoto superou as temperaturas de solo com lodo de esgoto em 8,75%, 5,40% e 7,05%, respectivamente nas quantidades de 5, 10 e 15 Mgha⁻¹. Ao final do período de avaliação de 90 dias, os dois tratamentos com maiores quantidades de LE, 10 e 15 Mgha⁻¹, apresentaram respectivamente, menores percentuais de reduções da temperatura do solo de 5,17% e 6,01%, o que pode ser resultado da maior atração de moléculas de água pelos resíduos orgânicos.

O teste das médias de variações de temperatura do solo submetido a fertirrigação com três lâminas EET (20mm, 110mm, 184mm), mostrou efeitos significativos (P<0,05) das lâminas ao longo dos 90 dias, apenas nas idades 7 e 14 (Tabela 5). Houve destaque as menores lâminas no período experimental, pois estas favoreceram as maiores médias de temperatura.

As variações horárias da temperatura do solo são devidas principalmente as curvas típicas das ondas diárias de temperatura do solo, as quais são totalmente dependentes de dias sem ou com nebulosidade, fato este explicado pelas ondas de calor seguirem a disponibilidade de radiação solar global ao longo do dia, e à noite, ocorre o resfriamento do solo na superfície do solo (RIBAS *et al.*, 2015).

Tabela 4 - Comparação de médias da variação da temperatura do solo (VTS) em um Latossolo Vermelho eutroférico em função das quantidades de LE utilizadas

Idades	Solo Nú	5Mgha ⁻¹	10Mgha ⁻¹	15Mgha ⁻¹	Média
7	34,17b	31,42a	32,42b	31,92a	32,48
14	22,83a	22,83a	23,00a	22,83a	22,87
21	30,25a	29,33a	29,17	29,33a	29,52
28	23,92a	23,75a	23,92	23,75a	23,83
35	24,92a	24,58a	24,42a	24,42a	24,58
42	25,33a	25,08a	25,17a	25,08a	25,17
49	23,58a	23,75a	23,67a	23,67a	23,67
56	24,58a	24,17a	24,50a	24,33a	24,39
63	23,92a	23,92a	23,92a	24,00a	23,94
70	36,58a	35,67a	36,33	35,00a	35,89

77	27,83a	27,67b	27,75	27,33b	27,64
84	28,00a	28,17a	27,83a	27,91a	27,98
91	41,08a	41,17a	40,83a	40,75a	40,96
Médias	28,23	27,81	26,84	26,63	

* Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não houve diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey (P<0,05).

Fonte: os autores (2019)

Estas ondas de calor podem sofrer perturbações no período diurno, quando se utiliza irrigação, onde é notável, nos quatro dias, que a elevação na temperatura do solo, nas duas áreas de solo desnudo, foi similar até às 10 h e a partir das 11 h, quando havia sido realizada a irrigação na área com irrigação, a elevação na temperatura do solo desnudo sem irrigação ocorreu a taxas maiores do que no solo desnudo com irrigação.

Tabela 5 - Valores médios da variação da temperatura do solo nas diferentes idades submetidas a fertirrigação com três lâminas de EET

Idades (dias)	LAM1(20mm)	LAM2(110mm)	LAM3(184mm)	Médias
7	31,00b	33,56a	32,87a	32,48
14	22,75b	22,87a	23,00a	22,87
21	30,06a	29,12a	29,37a	29,52
28	22,75a	23,87a	23,87a	23,50
35	24,69a	24,32a	24,75a	24,59
42	25,44a	25,44a	24,62a	25,17
49	23,81a	23,56a	23,63a	23,67
56	24,19a	24,62a	24,37a	24,39
63	24,06a	23,63a	24,13a	23,94
70	35,82a	36,25a	35,62a	35,90
77	27,69a	27,50a	27,75a	27,65
84	28,19a	28,06a	27,69a	27,98
91	41,87a	41,56a	40,44a	41,29
Média	28,18	28,02	27,85	

*Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não houve diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey (P<0,05).

Fonte: os autores (2019)

A temperatura do solo neste estudo pode ter sido influenciada pela intensidade de radiação solar, e a variação de sua amplitude varia conforme a intensidade de cobertura sobre a superfície, de acordo com o manejo utilizado (MIRANDA, 2011). Oliveira *et al.* (2005), aponta que as flutuações mais significativas ocorrem quando o solo está descoberto.

Segundo Furlani *et al.* (2008), temperaturas do solo muito elevadas têm efeitos negativos sobre plântulas e raízes e na atividade microbiana do solo, podendo prejudicar também a absorção d'água e nutrientes pelas plantas.

No caso deste estudo, o lodo de esgoto por ter coloração cinza escuro, podia-se esperar um aumento de temperatura nas maiores quantidades de LE adicionado ao solo (Tabela 5), mas

este efeito não ficou suficientemente claro. Tal efeito pode ter sido influenciado pela lâmina d'água aplicada no experimento, onde é possível verificar que em média as maiores lâminas resultaram em menores temperaturas, como resultado da troca de calor entre solo e água.

Carneiro *et al.* (2014), ao verificar a temperatura do solo com e sem cobertura, analisou que a umidade do solo é de extrema importância, pois a presença de água influencia o fluxo de calor no solo, isto é, a amplitude de temperatura na superfície é modificada pela disposição de umidade no solo.

O favorecimento das atividades microbiológicas é possível através da manutenção de umidade e redução de temperatura do solo, pois acaba retirando calor que está em forma de energia latente por meio da evaporação, contribuindo também para o desenvolvimento de espécies colonizadoras, proporcionando ganhos para o sistema e favorecendo sua recuperação (MIRANDA, 2011).

4 CONCLUSÕES

Variações na temperatura do solo foram influenciadas pela aplicação de lodo de esgoto e fertirrigação com lâminas de efluente de esgoto tratado. Maiores quantidades de LE tenderam a reduzir a temperatura do solo. Os dois tratamentos com maiores quantidades de LE, 10 e 15 Mgha⁻¹ apresentaram, respectivamente, maiores percentuais de reduções da temperatura do solo de 5,17% e 6,01%. Lâminas de fertirrigação com LE de 110 ou 184mm atenuaram os efeitos de elevação da temperatura do solo.

REFERÊNCIAS

- ANDREOLI, C. V. *et al.* Avaliação de alternativas e gerenciamento do lodo na ETE. In: ANDREOLI, C. V.; FERNANDES, F.; SPERLING, M. (Org.). **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**, 6. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG; Companhia de Saneamento do Paraná, 2001 cap.7.
- ARMENTA, R.; VACA, R.; LUGO, J.; AGUILA, P. del. Microbiological and biochemical properties of an agricultural mexican soil amended with sewage sludge. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1646-1655, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000500029>. Acesso em: 20 set. de 2017.
- BETTIOL, W.; CAMARGO, O. **Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006, 349 p.
- BEZERRA, F. B. **Lodo de esgoto em revegetação de área degradada**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.3, p.469-476, 2006.
- BITTAR, I. M. B.; FERREIRA, A. S.; CORRÊA, G. F. Influência da textura do solo na atividade microbiana, decomposição e mineralização do carbono de serapilheira de sítios do bioma cerrado sob condições de incubação. **Bioscience Journal, Uberlândia**, v. 29, n. 6, p. 1952-1960, nov./dec. 2013. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/19825>. Acesso em: 20 set. 2017.

BONINI, C.S. B.; ALVES, M. C.; MONTANARI, R. Lodo de esgoto e adubação mineral na recuperação de atributos químicos de solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.4, p.388–393, 2015. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br>. Acesso em: 20 set. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p388-393>.

BRAGA, M.B.; MAROUELLI, W.A; RESENDE, GM; MOURA, M.S.B.; COSTA, N.D.; CALGARO, M; CORREIA, J.S. Coberturas do solo e uso de manta agro têxtil (TNT) no cultivo do meloeiro. **Horticultura Brasileira** 35: 147-153,2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620170123>. Acesso em: 19 set. 2017

BRASIL. **Ranking do Saneamento Instituto Trata Brasil**: resultados com base no SNIS, 2013. JO Associados: São Paulo, 2015, 98 p.

_____. **Saneamento Básico**: regulação 2013. Associação Brasileira de Agências de Regulação, ABAR. Saneamento Básico: Regulação 2013. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2013, 92 p.

CAMPOS, F. S.; ALVES, M. C. Uso de lodo de esgoto na reestruturação de solo degradado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1389-1397, 2008.

CARNEIRO, R. G.; MOURA, M. A. L.; SILVA, V. P. R.; SILVA JUNIOR, R. S.; ANDRADE, A. M. D.; SANTOS, A. B. Variabilidade da temperatura do solo em função da liteira em fragmento remanescente de mata atlântica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 99-108, 2014. Disponível em: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/52383771/Variability_of_soil_temperature_as_funct20170330-24316-tojc67.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1516037473&Signature=ubpZSnmOwiaMt4Krpc3knUF5uhA%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DVariabilidade_da_temperatura_do_solo_em.pdf. Acesso em: 19 set. 2017.

CAVALCANTE, R. R.; BRAGA, M. M.; MENDES, F. R.; GOMES, E. V. V.; CORRÊA, C. M. M. Uso de Biossólido como alternativa na agricultura. In: **Encontro Regional de Agroecologia do Nordeste**, 2017, Rio Largo, AL. Disponível em: <http://www.progep.ufal.br/seer/index.php/era/article/view/3842/2922>. Acesso em: 21 set. 2017.

CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Critérios para aplicação de biossólidos em áreas agrícolas**: critérios para projeto e operação. Norma P 4.230. São Paulo, 1999. 32p. (Manual Técnico).

CHABAT, M. **Influência dos resíduos vegetaria na superfície do solo na dinâmica de evaporação da água e temperatura do solo**. 2010. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5517/CHABAT%2c%20MANUEL%20MOURM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 set. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS)**. 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>. Acesso em: 23 set. 2017.

FABRIZZI, K. P.; GARCÍA, F. O.; COSTA, J. L.; PICONE, L. I. Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in the southern Pampas of Argentina. **Soil & Tillage Research**, v.81, p.57-69, 2005.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000a, São Carlos, **Programa e resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000a, p. 255-258.

FURLANI, C. E. A.; GAMERO, C. A.; LEVIEN, R.; SILVA R. P. da.; CORTEZ J. W. Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 32, n. 1, p. 375-380, 2008.

GASPARIM, E.; RICIERI, R. P.; SILVA, S. de L.; DALLACORT, R.; GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, no. 1, p. 107-115, Jan./March, 2005.

GODOY, L. C. A logística na destinação do lodo de esgoto. **Revista Científica On-line**, São Paulo, v.2, n.1, p.12, 2013. Disponível em: <http://migre.me/qmam6>. Acesso em: 18 set. 2017.

LABORATÓRIO ATHENAS. Athenas Consultoria Agrícola e Laboratório Ltda. Av. Carlos Berchieri, 2271 - Cidade Jardim, Jaboticabal - SP, 14890 – 400. Fone: (16) 3209-1100. **Análises de solo em janeiro de 2016**. 2016. Disponível em: www.athenasagricola.com. Acesso em: 20 set. de 2017.

MIRANDA, L. P. M. **Temperatura e atributos físico-químicos de um latossolo em recuperação com adubação verde, gramínea e lodo de esgoto, cultivado com Gonçalves-Alves**. 2011. 72 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/98813>. Acesso em: 24 set. 2017.

OLIVEIRA, M. L.; RUIZ, H. A.; COSTA, L. M.; SCHAEFER, C. E. G. R. Flutuações de temperatura do solo em resposta à cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 535-539, 2005.

RIBAS, G. G; STRECK, N. A; SILVA, S. D. da.; ROCHA T. S. M. da.; LANGNER, J. A. Temperatura do solo afetada pela irrigação e por diferentes coberturas. **Eng. Agric.**, v35, n5, p.817-828,2015.

SÁ, J. C. M. DE; FERREIRA, A. O. DE; BRIEDIS, C.; VIEIRA, A. M.; FIGUEIREDO, A. G. DE. Crescimento radicular, extração de nutrientes e produção de grãos de genótipos de milho em diferentes quantidades de palha de aveia-preta em plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, 34:1207-1216, 2010.

SAITO, M. **O uso do lodo de esgoto na agricultura: precauções com os contaminantes orgânicos** (Documentos 64). 2007. Disponível em:

http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos_64.pdf. Acesso em: 21 set. 2017.

SANTOS, G. A; ZONETTI, P. C. da. Influência da temperatura na germinação e desenvolvimento do girassol (*Helianthus annuus* L.). **Iniciação Científica CESUMAR**, v. 11, n. 1, p. 23-27, Jan./Jun. 2009.

SANTOS, H. F *et al.* **Normatização para o uso agrícola dos biossólidos no exterior e no Brasil**. In: (Org.) Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG; Companhia de Saneamento do Paraná, 2001. cap.10. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 6).

SARKAR, S.; SINGH, S. R. Interactive effect of tillage depth and mulch on soil temperature, productivity and water use pattern of rainfed barley (*Hordeum vulgare* L.). **Soil & Tillage Research**. 92 79–86, 2007.

SARKAR, S.; PARAMANICK, M.; GOSWAMI, S.B. Soil temperature, water use and yield of yellow sarson (*Brassica napus* L. var. *glauca*) in relation to tillage intensity and mulch management under rainfed lowland ecosystem in eastern India. **Soil & Tillage Research**. 93 94–101 2007.

SILVA, F. A. M. da, *et al.* Dinâmica da água nas palhadas de milho, milheto e soja. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.41, n.5, p.717-724, 2006.

SOUZA, A. P. de; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. B. D. da; GUERRA, J. G. M.; COSTA, J. R. Taxas de decomposição de resíduos vegetais submetidos a lâminas de irrigação. **Irriga**, v. 19, n. 3, p. 512-526, jul./set. 2014. Disponível em:
<http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2014v19n3p512>. Acesso em: 21 set. de 2017.

UNESP. Universidade Estadual Paulista. Campus de Jaboticabal. Departamento de Exatas. **Estação Agroclimática, dados de janeiro a abril de 2016**. 2016. Disponível em:
www.fcav.unesp.br. Acesso em: 21 set. de 2017.