

II-038 - ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE ROSEIRA COM APLICAÇÃO DE LODO DE LAGOA FACULTATIVA

Jorge Luiz da Paixão Filho⁽¹⁾

Doutorando na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC/Unicamp).

Giuliano Gabrielli

Doutorando na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC/Unicamp).

Bruno Coraucci Filho

Professor Doutor da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC/Unicamp).

Adriano Luiz Tonetti

Professor Doutor da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC/Unicamp).

Endereço⁽¹⁾: Av. Albert Einstein, 951 - Caixa Postal: 6021 - CEP: 13083-852 - Campinas - SP. Tel: (19) 3521-2369 - e-mail: jorgepaixao@gmail.com ou adriano@fec.unicamp.br

RESUMO

A geração de lodo de esgoto cresceu nos últimos anos no Brasil com a evolução do tratamento do esgoto, assim são necessárias novas pesquisas para dar um destino adequado a esse resíduo. Uma alternativa é a aplicação do lodo na agricultura e em culturas que demandam uma alta necessidade de nutrientes, tal como a roseira. O objetivo desse trabalho foi estudar a aplicação de lodo de lagoa facultativa primária em roseira da variedade 'Carola' e avaliar o desenvolvimento da planta por meio do comprimento e diâmetro da haste principal. As roseiras foram plantadas em baldes de 20 L, sendo o lodo incorporado na camada superficial do solo. O lodo utilizado no experimento foi proveniente da lagoa facultativa primária da ETE da cidade de Coronel Macedo-SP operada pela SABESP e os tratamentos foram: T1 - tratamento testemunha absoluta, T2 - 12 Mg ha⁻¹ de lodo em base seca (BS), T3 - 24 Mg ha⁻¹ de lodo BS (dose calculada), T4 - 36 Mg ha⁻¹ lodo BS e T5 - adubação mineral (100 kg N ha⁻¹). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com seis repetições. Para a análise do desenvolvimento da planta foi medido o comprimento e diâmetro da haste principal, responsável pela formação do esqueleto da planta na fase produtiva. A medição foi feita a partir do solo até a ponta da haste principal com trena e o diâmetro foi medido no ponto médio da planta haste com paquímetro. Conclui-se que a aplicação de lodo de esgoto de lagoa facultativa em roseira proporcionou um desenvolvimento da roseira semelhante ao com adubação mineral, assim o lodo de esgoto pode ser aplicado como uma fonte de nitrogênio para roseira.

PALAVRAS-CHAVE: Comprimento da haste, Rosa 'Carola', Nutrientes, taxas de aplicação, Lagoa de Estabilização.

INTRODUÇÃO

O tratamento de esgoto por processo biológico gera um resíduo denominado lodo de esgoto (LE) que necessita ser tratado e disposto corretamente. Uma alternativa para evitar que esse resíduo seja descartado em lugares inadequados como lixões ou em corpos hídricos, é a utilização na agricultura.

O uso de LE na agricultura como uma forma de aproveitar os nutrientes contidos nesse resíduo vem se tornando uma alternativa aceitável, com o aumento das pesquisas de campo com esse material e o maior conhecimento da sua composição. A disposição de LE em solo agrícola proporciona nutrientes, como nitrogênio e fósforo, para as plantas e ainda contém matéria orgânica que atua como condicionador do solo. Esse uso na agricultura também apresenta as vantagens de reduzir custos com a disposição em aterro sanitário e minimiza o consumo de fertilizantes pelas culturas agrícolas. Para o aproveitamento agrícola do LE é importante conhecer suas características e sua origem.

As características básicas do lodo gerado nas estações de tratamento de esgoto (ETE) são funções do tipo de água residuária tratada (doméstica, industrial), do processo (Lodo ativado, lagoas, reatores anaeróbio) e grau de tratamento adotado (TSUTIYA, 2001). É importante que nos projetos de aproveitamento de lodo na

agricultura utilizem lodo de sistemas de tratamentos que não haja a presença de despejos industriais, pois poderá conter metais tóxicos, o que inviabilizaria seu uso na agricultura.

Um sistema de tratamento que vêm ganhando notoriedade por sua simplicidade e seu baixo custo são as lagoas de estabilização. A utilização de lagoas de estabilização é crescente na América central (OAKLEY *et al.*, 2000) e no Brasil. Segundo dados da pesquisa nacional de saneamento básico (2008), 27,33% das cidades brasileiras utilizam esta tecnologia (IBGE, 2010). No entanto a gestão do lodo gerado é raramente considerada como parte integrante do processo de lagoas (NELSON *et al.*, 2004), assim o benefício alcançado pelo tratamento do esgoto pode ser anulado pela disposição inadequada desse resíduo.

Em uma pesquisa nacional realizada pela UFES (Universidade Federal do Espírito Santo) em 1997 concluiu-se que o lodo raramente é retirado das lagoas e nos casos em que houve sua retirada a forma de disposição foi inadequada, dando-se em áreas próximas às ETE ou em córregos (GONÇALVES, 1999). Alguns autores colocam que o longo período (5-15 anos) em que o lodo fica na lagoa contribui para uma negligência no gerenciamento do lodo (GONÇALVES, 1999a; GONÇALVES; LIMA; PASSAMANI, 1999). Esse lodo apresenta características peculiares devido ao seu longo tempo de permanência, o que permite que seja adensado e digerido anaerobiamente (GONÇALVES; LIMA; PASSAMANI, 1999; NELSON *et al.*, 2004).

A aplicação de lodo de lagoa no solo apresenta viabilidade econômica, pois segundo França *et al.*, (2010b) a disposição no solo teria um custo de R\$ 135,00 por tonelada, sendo a disposição em aterro sanitário a segunda melhor opção com um custo de R\$ 160,00 por tonelada e, por último, o co-processamento em forno de cimento com um custo de R\$ 240,00 por tonelada. Outros dois aspectos são importantes para aplicação do lodo de lagoa na agricultura são: as **características do lodo**, quantidade de nutriente, presença de metais tóxicos e organismos patogênicos, e a **viabilidade técnica**, qual a dose a ser aplicada, qual é a melhor cultura e característica do solo.

O lodo de lagoa possui um risco mínimo de contaminar o solo com metais, devido a esse sistema de tratamento geralmente encontra-se em municípios de pequeno porte e que não apresentam um amplo desenvolvimento industrial. Em uma pesquisa realizada em dez lagoas anaeróbias na região sul da Espanha o lodo avaliado não apresentou metais tóxicos acima do permitido pela legislação desse país e da união europeia (ALONSO *et al.*, 2006). No Brasil, estudos realizados pelo Prosab (Programa de Saneamento Básico, RECOOP/FINEP) também mostraram uma baixa concentração de metais tóxicos no lodo de lagoas no Espírito Santo (MULLER; PASSAMINI; GONÇALVES, 1999).

A viabilidade de ovos de helmintos geralmente é baixa em lodo de lagoa, devido ao processo de sedimentação e inativação (VON SPERLLING *et al.*, 2003). O lodo da lagoa facultativa primária da cidade de Coronel Macedo (SP) depois de três meses de sua retirada e seu acondicionamento em "BAG" apresentou característica de lodo tipo A, podendo ser aplicado na agricultura, pois foi observado a ausência de ovos viáveis de helmintos, protozoários e *salmonella* (FRANÇA, 2010; FRANÇA *et al.*, 2011b).

O lodo de lagoa apresenta uma quantidade menor de nutrientes quando comparado com lodos de outros sistemas de tratamento, como lodo ativados, Tabela 1. No entanto a quantidade de nutriente pode ser considerada um fator secundário, pois o aumento da dose de lodo aplicado aumentaria a quantidade de nutrientes disponíveis para a cultura. Um problema observado é a definição da taxa de aplicação ideal de lodo que consiga suprir a planta com os nutrientes essenciais, N e P, e não cause a lixiviação de nitrato. A Resolução CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente, MMA) nº 375 de 2006, estabelece que para a aplicação agrícola de LE é necessário que se determine a fração de mineralização (FM) ou utilize os valores estabelecidos por essa resolução. O nitrogênio é o elemento mais exigido pelas culturas agrícolas e, devido ao seu elevado teor no lodo de esgoto, é determinante para o aproveitamento desse material na agricultura (RAIJ, 1991; FERREIRA e ANDREOLI, 1999). Contudo o nitrogênio presente no lodo está na forma orgânica e não disponível para as plantas. Assim para o nitrogênio ficar disponível é necessário que ocorra a mineralização, ou seja, a transformação da forma orgânica para a forma mineral (NH_4^+ e NO_3^-). O ensaio de mineralização de nitrogênio determina qual é a fração de mineralização para calcular a taxa de aplicação do LE segura. No entanto, não foi encontrado na literatura científica o valor da mineralização para o lodo de lagoa e talvez esse seja um problema de viabilidade técnica que deve ser resolvido para que o lodo seja utilizado pelos agricultores brasileiros.

Tabela 1: Teor de nutrientes e carbono em lodo de esgoto no Brasil. Fonte: Andreoli *et al*, (2001) (modificado).

Estação	Tipo de lodo	N %	P %	K %	C _{org} %	Ca %
Barueri (SP)	Lodo ativado	2,25	1,48	0,01	21,00	7,29
Franca (SP)	Lodo ativado	9,15	1,81	0,35	34,00	2,13
Belém (PR)	Lodo ativado	4,19	3,70	0,36	32,10	1,59
UASB (PR)	Anaeróbio	2,22	0,67	0,95	20,10	0,83
Eldorado (ES)	Lagoa anaeróbia	2,00	0,20	0,04		
Mata da Serra (ES)	Lagoa facultativa primária	2,00	0,20	0,05		
Valparaíso (ES)	Lagoa de sedimentação	4,00	3,5	0,07		
Coronel Macedo (SP)	Lagoa facultativa primária	1,42	0,37	0,02		

O segundo fator importante de viabilidade técnica é a escolha da cultura agrícola para receber a aplicação do lodo de lagoa. Diversas culturas, como a cana de açúcar (FRANCO, 2009), milho (BARBOSA *et al*, 2007), café (GONÇALVES, 2005), feijão (GADIOLI e FORTES NETO, 2004), arroz (OLIVEIRA *et al*, 2005), algodão (ALCÂNTRA *et al*, 2003), eucalipto (GUEDES, 2005), grama esmeralda (BACKES *et al*, 2009), girassol (LOBO e GRASSI FILHO, 2007), sorgo (OLIVEIRA *et al*, 1995) e mamoeiro (COSTA *et al*, 2001) já foram estudadas com aplicação de LE. Uma cultura com grande destaque no cenário nacional e com alta necessidade de fertilizantes é a roseira. Aplicação de lodo de esgoto em roseira tem a vantagem do produto a ser comercializado, as flores, não serem comestíveis.

No primeiro semestre de 2010 o Brasil exportou US\$ 436,8 mil em flores frescas cortadas e botões, sendo 3,06% do total de vendas internacionais da floricultura. Na exportação de rosa especificamente o valor de exportação está em US\$ 147,2 mil e tiveram como origem os estados do Ceará, São Paulo e Minas Gerais com respectivamente 58,53%, 21,62% e 19,85% (JUNQUEIRA e PEETZ, 2010). A floricultura apresenta um mercado promissor com alta remuneração por área, no entanto o Brasil carece de pesquisas com novas variedades de flores e uso eficiente dos insumos agrícolas (BARBIERI e STUMPF, 2005).

Para suprir a demanda de rosas pelo mercado consumidor os produtores estão utilizando um alto índice de fertilizantes e água (TAMIMI *et al*, 1999) podendo assim causar danos ao ambiente. Para minimizar os impactos causados pela adubação mineral uma alternativa é a aplicação de lodo de esgoto como fonte de nutrientes e matéria orgânica.

A roseira é uma cultura que apresenta uma alta extração e exportação de nutrientes, o primeiro é relativo à nutrientes essenciais para produção de biomassa, crescimento e produção das hastes florais, o segundo é referente a exportação pela cultura seja na colheita ou nos tratamentos culturais (poda) (CASARINI e FOLEGATI, 2006; VILLAS BÔAS *et al*, 2008). Essa retirada frequente de nutrientes gera uma necessidade constante da aplicação de fertilizantes para manter a produção. Portanto o objetivo desse trabalho foi estudar a aplicação de diferentes taxas de lodo de lagoa facultativa primária em roseira da variedade 'Carola' e avaliar o desenvolvimento da planta por meio do comprimento e diâmetro da haste principal.

MATERIAL E MÉTODOS

O solo utilizado na pesquisa foi retirado em uma área da própria Unicamp e foi analisado no laboratório de física do solo do IAC (Instituto Agrônomo de Campinas). Apresenta uma classificação granulométrica muito argilosa, capacidade de campo (10 kpa) de 0,28 g g⁻¹ e ponto de murcha de 0,24 g g⁻¹. Em agosto de 2010 foram retiradas amostras de solo para análise de fertilidade, a qual foi realizada no laboratório de fertilidade do

solo do IAC, Tabela 2. Baseando-se nos resultados encontrados foi aplicado calcário dolomítico para elevar a PNRT (poder relativo de neutralização total) para 80% e torta de mamona para aumento da matéria orgânica, seguindo a recomendação de Malavolta (2002). A adubação mineral foi realizada conforme recomendação do boletim 100 (RAIJ *et al.*, 1997) para a roseira na fase de formação: 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 280 kg ha⁻¹ de fósforo e 300 kg ha⁻¹ de potássio.

Tabela 2: Análise de fertilidade do solo

M.O	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S.B	C.T.C	V	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
g dm ⁻³	--	mg dm ⁻³	-----mmol dm ⁻³ -----					-----			%	-----mg dm ⁻³ -----				
16	5,1	2	< 0,1	30	4	--	20	33,9	54,1	63	--	0,1	3,1	11	3,6	0,8

Para realização do experimento foram utilizados baldes de 20 L distribuídos em área cercada com sombrite, ficando sujeitos às condições ambientais naturais. O lodo utilizado no experimento foi proveniente da lagoa facultativa primária da ETE da cidade de Coronel Macedo-SP operada pela SABESP, unidade de negócios do Alto Paranapanema, com sede em Itapetininga. As dimensões da lagoa são: área de 0,6642 ha, profundidade de 1,5 m e volume de 9599 m³. Antes da retirada do lodo da lagoa a eficiência de remoção de DBO era de 62,6% e após a retirada a eficiência alcançou 82% (França, 2010).

A ETE de Coronel Macedo iniciou sua operação no ano de 1990 e é composta por uma lagoa facultativa primária, antecedida de tratamento preliminar por gradeamento, com espaçamentos médio e vazão de 8 L s⁻¹ (FRANÇA, 2010). Após dezoito anos de operação o lodo acumulado na lagoa foi retirado por meio de dragagem e acondicionado em "BAG" de geotextil com adição de polímero catiônico. O lodo utilizado no presente estudo foi proveniente deste "BAG", após o período de deságue de dois anos. Para o cálculo do nitrogênio disponível no LE foi utilizado fração de mineralização (FM) igual à 20%. A fórmula para aplicação subsuperficial do lodo (Equação 1) foi utilizada conforme a recomendação da Resolução CONAMA 375/06. Como na literatura e na resolução CONAMA não havia o valor da fração de mineralização de nitrogênio referente a lodo de esgoto de lagoa facultativa, foi escolhido o FM de 20% devido ao elevado tempo em que o lodo ficou na lagoa e no "BAG".

$$N_{disp} = \left(\frac{FM}{100}\right)X(N_{kj} - N_{NH_3}) + N_{NH_3} + (N_{NO_3} + N_{NO_2})$$

Equação 1

N_{kj} - Nitrogênio Kjeldahl (mg kg⁻¹);
N_{NH₃} - Nitrogênio amoniacal (mg kg⁻¹);
N_{NO₃} - Nitrogênio na forma de nitrato (mg kg⁻¹);
N_{NO₂} - nitrogênio na forma de nitrito (mg kg⁻¹);
FM - Fração de mineralização (%).

Para o cálculo do nitrogênio disponível foi realizada uma análise do conteúdo de nitrogênio do lodo cujos valores estão expressos na Tabela 3.

Tabela 3: Valores de nitrogênio do lodo de esgoto após dois anos de deságue em BAG

Parâmetro	Unidade	Resultado (Base seca)
Umidade, a 60-65%	%(m/m)	64,4
Nitrogênio Kjeldahl	mg de N/kg	19.600
Nitrogênio Amoniacal	mg de N/kg	736,0
Nitrogênio nitrato-nitrito	mg de N/kg	35,7

Os tratamentos foram:

- T1 = 0 Mg de lodo seco ha⁻¹ (testemunha),
- T2 = 12 Mg de lodo seco ha⁻¹ ou 144 g planta⁻¹ (50% da dose calculada de lodo),
- T3 = 24 Mg de lodo seco ha⁻¹ ou 288 g planta⁻¹ (100% da dose calculada de lodo),
- T4 = 36 Mg de lodo seco ha⁻¹ ou 432 g planta⁻¹ (150% da dose calculada de lodo), e
- T5 = Adubação mineral recomendada 100 kg N ha⁻¹.

A aplicação do lodo na roseira foi realizada no dia 17/02/2011, com incorporação superficial. Todos os tratamentos receberam complementação de fósforo (280 kg ha⁻¹) e potássio (300 kg ha⁻¹), visto que o LE apresentava baixa quantidade desses elementos.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 60 plantas. Para realização do experimento foi escolhida uma variedade de rosa que apresentasse boas condições para o cultivo em campo e resistência ao ataque de pragas e doenças. Um segundo fator de relevância foi à preferência do consumidor. Por isso, foi escolhida a variedade 'Carola', de pétalas vermelhas. Na análise do desenvolvimento da planta foi medido o comprimento e diâmetro da haste principal, responsável pela formação do esqueleto da planta para a fase produtiva. A medição foi feita a partir do solo até a ponta da haste principal com trena e o diâmetro foi medido no ponto médio da planta haste com paquímetro. A análise foi realizada quando as plantas estavam com dez meses (27/10/2011). Para análise estatística foi utilizado análise de variância e teste de Tukey com 5 % de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 4 que a aplicação do lodo de lagoa facultativa aumentou o comprimento da haste principal da planta quando comparado com o tratamento testemunha (T1). Os maiores crescimento da haste principal (CHP) foram observados nos tratamentos T3, T4, e T5, sendo que não houve diferença estatística entre eles. Assim a aplicação de lodo na dose recomendada pela CONAMA (T3) apresentou desenvolvimento semelhante com a adubação convencional (T5), com isso o lodo de lagoa supriu a necessidade de nitrogênio da roseira. Uma observação importante é que o aumento da dose de lodo aplicado não aumentou o CHP significativamente. Paixão Filho (2012) observou uma maior biomassa da parte aérea de roseiras da variedade 'carola' com o aumento da dose de LE e as maiores biomassa foram no tratamento com maior dose de lodo (T4) e com adubação mineral (T5). Um maior crescimento da haste principal e do diâmetro é importante para o desenvolvimento vegetativo da planta, assim a planta pode resistir a intempéries como a chuva e o vento.

Tabela 4: Comprimento (CHP) e diâmetro (DHP) das hastes de roseiras

	T1	T2	T3	T4	T5
CHP (cm)	39,75a	51,58ab	67,83b	68,67b	70,67b
DHP (cm)	3,75a	4,37a	5,59b	5,85c	5,76c

Para o diâmetro da haste principal (DHP) observa-se que os melhores tratamentos foram com a maior dose de lodo (T4) e com a adubação mineral (T5). A dose de lodo de esgoto recomendada para a roseira (T3) exibiu um maior DHP que os tratamentos controle (T1) e sub dose de lodo (T2). A aplicação de lodo de esgoto em algodão (*Gossypium hirsutum*), proporcionou um aumento do diâmetro do caule e da altura da planta (BEZERRA *et al.*, 2005), corroborando com os resultados encontrados nesse trabalho.

O uso de lodo de lagoa de facultativa primária apresentou potencial de utilização na agricultura, suprimindo a necessidade de fertilizantes nitrogenados da roseira. Esse efeito também foi observado na aplicação de lodo da lagoa anaeróbia em mamoeiro, onde a aplicação de LE apresentou uma maior capacidade de suporte de nutrientes do que a adubação mineral (COSTA *et al.*, 2001).

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A aplicação de lodo de esgoto de lagoa facultativa primária proporcionou um desenvolvimento da roseira semelhante quando comparado com a adubação mineral.

A aplicação de lodo de lagoa pode substituir a adubação nitrogenada no cultivo de roseira, complementando apenas com fósforo e potássio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALCÂNTARA, R ; KONIG, A.; BELTRÃO, N. E. M. Aplicação do lodo de esgoto na cultura do algodoeiro herbáceo. II-Fitomassa radicular. In: Congresso Brasileiro do algodão, 2003, Goiânia. Anais do Congresso Brasileiro do Algodão, 2003.
2. ALONSO, E.; VILLAR, P.; SANTOS, A.; APARICIO, I. Fractionation of heavy metals in sludge from anaerobic wastewater stabilization ponds in southern Spain. *Waste Management*. v.26, p.1270-1276. 2006.
3. ANDREOLI, C. V.; PEGORINI, E. S.; FERNANDES, F. Disposição do lodo no solo. In: ANDREOLI, C. V.; SPERLING M. V.; FERNANDES F. Lodo de esgoto: tratamento e disposição final. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; SANEPAR, 484p. 2001.
4. BACKES, C.; BULL, L. T.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. T.; LIMA, C. P.; PIRES, E. C. Uso de lodo de esgoto na produção de tapetes de grama esmeralda. *Ciência Rural*, Santa Maria. v.39, n.4, p.1045-1050. Jul. 2009.
5. BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. Origem, evolução e história das rosas cultivadas R. bras. *Agrociência*, Pelotas, v.11, n.3, p.267-271, jul-set, 2005.
6. BARBOSA, G. M. C.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. R.; FONSECA, I. C. B. Efeito residual do lodo de esgoto na produtividade do milho safrinha. *Revista brasileira de ciência do solo*. v.31, p.601-605. 2007.
7. BEZERRA, L. J. D.; LIMA, V. L. A.; ANDRADE, A. R. S.; ALVES, V. W.; AZEVEDO, C. A. V.; GUERRA, H. O. C. Análise de crescimento do algodão colorido sob efeitos da aplicação de água residuária e biossólido. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental (suplemento)*. 2005.
8. CASARINI, E.; FOLEGATTI, V.; Aspectos importantes na nutrição mineral de rosas. In: FLÓREZ, V.J.R. (Eds). *Avances sobre fertirriego em la floricultura colombiana*. Bogotá: Universidad nacional de Colômbia. Facultad de agronomía. 2006. ISSN: 958-701-722-6.
9. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 375 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, e dá outras providências. *Diário oficial da Republica federativa do Brasil*. Brasília, DF. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>>. Acesso em: 9 de junho de 2011.
10. COSTA, A. N.; COSTA, A. F. S.; SILVA, A. L. B.; ANDRADE, M. C. F. E.; GONÇALVES, R. F. Utilização agrícola do lodo de ETE anaeróbia como fonte de matéria orgânica e nutrientes no mamoeiro. 21 congresso brasileiro de engenharia sanitaria e ambiental.
11. FERREIRA, A. C.; ANDREOLI, C. V. Risco associados ao uso do lodo de esgoto. In *Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura*. PROSAB, Curitiba. 1999.
12. FRANÇA, J. T. L. Remoção de lodo de lagoa facultativa: avaliação quantitativa e qualitativa do lodo acumulado e seu acondicionamento em BAG. Dissertação (mestrado em saneamento e ambiente) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas. 2010.
13. FRANÇA, J. T. L.; STEFANUTTI, R.; CORAUCCI FILHO, B.; ANARUMA FILHO, F.; FRANÇA, L. L. L. Remoção de Lodo de Lagoas de Estabilização e seu Acondicionamento em bag. *Revista DAE*. n.185. Janeiro de 2011.
14. FRANCO, A. Aplicação de lodo de esgoto em cana-planta como fonte de nitrogênio e fósforo e seu impacto ambiental. Tese de doutorado. Centro de energia nuclear na agricultura da universidade de São Paulo. 2009.
15. GADIOLI, J. L.; FORTES NETO, P. Rendimento de milho e feijão preto cultivado em solo acrescido de lodo de esgoto. *Revista técnica da sanepar*. v.21, n.21. p.53-58. Jan/ Jun. 2004.
16. GONÇALVES, R. F. Formação de lodos em lagoas de estabilização anaeróbias ou facultativas primárias. In GONÇALVES, R. F. *Gerenciamento do lodo de lagoas de estabilização não mecanizadas*. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB. Cap 2. Dez. 1999.

17. GONÇALVES, R. F. Introdução ao gerenciamento do lodo de lagoas de estabilização. In GONÇALVES, R. F. Gerenciamento do lodo de lagoas de estabilização não mecanizadas. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB. Cap 1. Dez. 1999.
18. GONÇALVES, R. F.; LIMA, M. P.; PASSAMANI, F. R. F. Característica físico-químicas e microbiológicas do lodo de lagoa. In GONÇALVES, R. F. Gerenciamento do lodo de lagoas de estabilização não mecanizadas. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB. Cap 4. p 23-34. Dez. 1999.
19. GONÇAVES, F. T. A. Dinâmica do nitrogênio em solo tratado com lodo de esgoto e cultivado com café. Dissertação (Mestrado em Gestão dos Recursos Agroambientais) Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, 2005.
20. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Rio de Janeiro. ISBN 978-85-240-4135-8 (meio impresso). 2010.
21. JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Análise conjuntural do comércio exterior da floricultura brasileira. Disponível em: http://www.hortica.com.br/artigos/2010_1_Sem_Com_Exterior_Floricultura_Brasileira.pdf. Acesso em: 29 de Maio. 2010.
22. LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, L. H. Níveis de lodo de esgoto na produtividade do girassol. Revista de la Ciencia Suelo y Nutrición Vegetal. 2007, v.7, n.3, p.16-25. 2007.
23. MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. Adubos e Adubações. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.
24. NELSON, K. L.; CISNEROS, B.J.; TCHOBANOGLIOUS, G.; DARBY, J. L. Sludge accumulation, characteristics and pathogens inactivation in four primary waste stabilization ponds in central México. Water Research. v.38. p.111-127. 2004.
25. OAKLEY, S. M.; POCASANGRE, A.; FLORES, C.; MONGE, J.; ESTRADA, M. Waste stabilization pond use in Central America: the experiences of El Salvador, Guatemala, Honduras and Nicaragua. Water Science and Technology, v.10, n.42, p.51-58, 2000.
26. OLIVEIRA, C.; SOBRINHO, N. M. B. A.; MARQUES, V. S.; MANZUR, N. Efeitos da aplicação do lodo de esgoto enriquecido com cádmio e zinco na cultura do arroz. Revista brasileira de ciência do solo. v.29. p.109-116. 2005.
27. OLIVEIRA, F. C.; MARQUES, M. O.; BELLINGIERI, P. A.; PERECIN, D. Lodo de esgoto como fonte de nutrientes para a cultura do sorgo granífero. Scientia agrícola. v.52. p.360-367. 1995.
28. PAIXÃO FILHO, J. L. Aplicação de lodo de lagoa facultativa em roseira. Dissertação de Mestrado. Campinas - SP. 88p. 2012.
29. RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C.; Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2º Ed. Campinas, Instituto Agrônomo. 1997. 285p.
30. TAMIMI, Y.N.; MATSUYAMA, D.T.; TAKATA, K.D.I.; NAKANO, R.T. Distribution of nutrient in CUT-flower roses and the quantities of biomass and nutrients removed during harvest. Horticulture Science. v.34. n.2. p.251-253. 1999.
31. TSUTIYA, M. T. Característica de biossólidos gerados em estações de tratamento de esgoto. In TSUTIYA, M. T.; COMPARINI, J. B.; SOBRINHO, P. A.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P. C. T.; MELFI, A. J.; MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; (Eds.) Biossólidos na agricultura. São Paulo: Sabesp, Cap 4. 2001.
32. VILLAS BÔAS R. L; GODOY L. J. G; BACKES C; LIMA C. P; FERNANDES D. M. Exportação de nutrientes e qualidade de cultivares de rosas em campo e em ambiente protegido. Horticultura Brasileira v.26, p.515-519. 2008.
33. VON SPERLING, M.; JORDÃO, E. P.; KATO, M. K.; SOBRINHO, P. A.; BASTOS, R. K. X.; PIVELLI, R. Lagoas de Estabilização. In GONÇAVES, R. F. (Coord). Desinfecção de efluentes sanitários. Rio de Janeiro : ABES, Rima, 438 p. 2003.