APLICAÇÃO DE BIOSSÓLIDOS NA CULTURA DO ALGODÃO (*Gossypium hirsutum* L.) VARIEDADE DELTA OPAL, EM CONDIÇÕES DE CASA DE VEGETAÇÃO

Georgianna Eurides Carvalho[1]; Eduardo Ferreira Rodrigues[2]; Francisco Solano de Oliveira Rodrigues Filho[3]

[1]Mestre em Agroecologia – UEMA; Dr. Produção Vegetal – UEMA, [2]Prof. Adjunto IV (edumagro@yahoo.com.br); [3]PhD em Solos e Nutrição Mineral de Plantas UEMA

INTRODUÇÃO

No Brasil, a cultura do algodoeiro se estende em duas regiões distintas: Região Meridional (Centro – Sul/Oeste) e Região Setentrional (Norte/Nordeste). A produção brasileira de algodão em pluma cresceu 50% e a de algodão em caroço 60%, correspondendo a um aumento da área de plantio na safra do biênio 2002/2003 e 2003/2004 (AGRINUAL, 2005).

A cultura do algodoeiro necessita dos nutrientes essenciais para seu completo desenvolvimento e normal produção (PASSOS, 1977). Para manter a produtividade em nível competitivo, associada à boa qualidade do produto, o algodoeiro deve ser cultivado em solos férteis, ou corrigidos e adubados de forma adequada. Por outro lado, como exporta relativamente poucos nutrientes através da colheita (sementes e fibra), não costuma estar relacionado entre as culturas esgotantes do solo agrícola.

Biossólidos ou lodo de esgoto, produto derivado do tratamento dos esgotos domésticos, está sendo pesquisado e testado para ser utilizado na agricultura, pois este material apresenta os nutrientes necessários e exigidos pelas plantas e também possui alto teor de matéria orgânica. O lodo de esgoto funciona também como condicionador do solo, melhorando sua estrutura, aumentando a capacidade de retenção de água e de nutrientes minerais, e

atuando na melhoria das práticas agrícolas e no aumento da produtividade das culturas (FERREIRA; JURGENSEN; ANDREOLI, 1999).

A utilização do lodo de esgoto em solos agrícolas tem como principais benefícios, a incorporação dos macronutrientes nitrogênio e fósforo, e dos micronutrientes zinco, cobre, ferro, manganês e molibdênio (SILVA et al., 1997; 2002). Como os lodos são pobres em potássio, cerca de 0,1 %, há necessidade de se adicionar esse elemento ao solo (O AGRONOMICO, 2004). Pode-se dizer que, normalmente, o lodo de esgoto fornece ao solo os nutrientes para as culturas. Entretanto, é necessário o conhecimento de sua composição, a fim de se calcular as quantidades adequadas a serem incorporadas, sem riscos de toxicidade às plantas, aos animais e ao homem, e de poluição ambiental (BETTIOL; CAMARGO, 2000).

O lodo de esgoto tem grande potencial econômico, e sua utilização, desde que adequada, pode trazer benefícios ao meio ambiente, sem que seja fonte de poluição. Com relação ao aspecto ambiental, os principais riscos relacionados ao seu uso na agricultura são representados pelo teor de metais pesados e pelo risco de poluição das águas causado pela matéria orgânica e pelo nitrogênio existentes no lodo. Porém, o uso deste lodo na agricultura deve considerar alternativas de desinfecção, de forma a reduzir a quantidade dos agentes patogênicos e correlacionar restrições de uso segundo a qualidade alcançada, visando à utilização segura do produto (DESCHAMPS; FAVARETTO, 1999).

Segundo Neiva (1999), a reciclagem agrícola do lodo de esgoto tem se constituído em uma das alternativas de disposição final desse material em diversos países desenvolvidos (Bélgica, 29 %; Dinamarca, 54%; Alemanha, 27 %; Espanha, 50 %; França, 58 %; Itália, 33 %; Reino Unido, 44 %) e de acordo com Tsutiya (1999), o lodo de esgoto é composto de cerca de 4% de matéria orgânica, macronutrientes como o nitrogênio (2,2 a 5,6 %), fósforo (1,5 a 3,7 %), potássio (0,1 a 0,36 %), cálcio (1,59 a 7,29 %), magnésio (0,3 a 4,7 %) e enxofre (0,5 %).

Tendo em vista a necessidade de reciclagem do lodo de esgoto, devido suas composições químicas e da exigência do algodoeiro à adubação, esta pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação com objetivo de avaliar a influência do biossólido, sobre o desenvolvimento da planta de algodão variedade Delta Opal.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, situada no Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural (NTER), pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão, no município de São Luís – MA no período de novembro de 2003 a junho de 2004.

Inicialmente selecionou-se o solo, o esterco de galinha e o lodo de esgoto, na qual foram submetidos a analises químicas (ANEXO), conduzidos pelo Laboratório de Solos da Universidade estadual do Maranhão. A seguir distribuiu-se o solo seco e peneirado nos vasos de 9 Kg. De acordo com as analises de fertilidade do solo foi realizada a calagem baseada na porcentagem de saturação de bases, elevando-a para um valor próximo de 70 %, com a aplicação de uma quantidade correspondente a t/há de calcário dolomítico. O biossólido utilizado foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgotos do Bacanga - São Luís, pertencente à Companhia de Águas e Esgotos do Estado do Maranhão – CAEMA, que foi seco a 80℃ e peneirado, para então ser utilizado nos tratamentos.

O esterco de galinha foi proveniente da Fazenda escola pertencente ao Curso de Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão, campus São Luís. O delineamento estatístico utilizado corresponde ao inteiramente casualizado, com oito tratamentos e cinco repetições. Os dados obtidos foram submetidos a analise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo Teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 1: A distribuição dos elementos de acordo com o tratamento em vasos na casa de vegetação, em São Luís – MA.

TRATAMENTO	ESPECIFICAÇÕES
1	Esterco
2	NPK
3	Esterco + NPK
4	Lodo 1
5	Lodo 2
6	Lodo 3
7	Lodo 4
8	NPK + Lodo 2

O esterco de galinha foi utilizado na dose correspondente a 600 Kg/há. Para o fornecimento de Nitrogênio foi utilizado o sulfato de amônia, como fonte de P_2O_5 o superfosfato simples e como fonte de K_2O o cloreto de potássio, respectivamente nas dosagens de 70 Kg N/há (consistindo de adubação de fundação e de adubação de cobertura), 120 Kg P_2O_5/há e de 80 Kg K_2O/ha.

O biossólidos esteve distribuído em quatro diferentes tratamentos de forma isolada e um complementado com formulação química, como mostra abaixo:

Lodo 1: 150 kg de N/ha.
Lodo 2: 250 kg de N/ha.
Lodo 3: 350 kg de N/ha.
Lodo 4: 450 kg de N/ha.

Utilizou-se sementes da variedade de algodão (*Gossypium Hirsutum* L.) Delta Opal, previamente tratadas com Benomyl 500, distribuindo-se oito sementes por vaso. Após a germinação aos 10 dias deu-se o desbaste, permanecendo apenas duas plântulas senda as mais vigorosas, sadias e uniformes.

A irrigação disponibilizou cerca de 250 ml de água por vaso em regas manuais, com regas diárias inicialmente e depois havendo alternância nos dias de irrigação.

Os caracteres avaliados foram:

a) Altura das plantas, em centímetros, tomadas aos 15, 30, 45 e 60 dias após a germinação, medindo-se do colo da planta até a gema apical utilizando-se para isso uma régua milimetrada.

b) Diâmetro das plantas, em centímetros, obtidos aos 15, 30, 45 e 60 dias após a germinação, medindo-se o centro da planta, utilizando-se para isso um paquímetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Altura das plantas

Aos 15 dias após a germinação, o tratamento com fertilizantes químicos (NPK) foi o mais significativo, não mostrando diferenças apenas com os tratamentos com esterco, NPK + esterco e NPK + Lodo - 2. O tratamento com Lodo – 3 não mostrou significância em relação aos tratamentos com esterco, NPK + esterco, Lodo - 2, Lodo – 4 e NPK + Lodo – 2. E os tratamentos Lodo -1, Lodo -2 e Lodo - 4, enquadram-se nos resultados que alcançaram as menores medidas em termo de altura, onde o Lodo – 4 é o mais expressivo, diferenciando de todos os tratamentos.

Tabela 2: Resultados médios de altura de plantas de algodão, em centímetros, obtidos aos 15, 30, 45 e 60 dias após a emergência das plantas de algodão em vasos.

Tratamentos	Altura Média de Plantas (cm)			
	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
Esterco	13,20 ab	23,10 b	31,80 a	50,70 a
NPK	15,10 a	24,60 ab	30,50 a	47,30 a
NPK + Esterco	14,30 ab	28,50 a	36,40 a	52,30 a
Lodo – 1	8,50 d	10,90 c	14,70 b	20,90 c
Lodo – 2	9,90 cd	13,90 c	19,50 b	26,40 c
Lodo – 3	11,60 bc	14,70 c	19,80 b	26,30 c
Lodo – 4	9,30 cd	13,80 c	19,60 b	30,40 bc
NPK + Lodo – 2	13,30 ab	24,50 ab	31,30 a	42,20 ab

* Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem significamente entre si ao nível de probabilidade de 5%, pelo Teste de Tukey

As maiores medidas de altura de plantas nos primeiros 15 dias foram obtidas com os tratamentos que se compuseram de NPK, Esterco e Lodo - 2, mostrando que o lodo pode substituir o esterco, a fim de aumentar o desenvolvimento da planta. Outra observação está relacionada à exigência nutricional da cultura do algodoeiro, que requer quantidades altas de fertilizantes para a o seu desenvolvimento. De acordo com Bettiol; 2004 este resultado está relacionado a concentrações satisfatórias de nutrientes essenciais encontradas no lodo de esgoto.

Faust e Oberst (1996) verificaram que a aplicação de lodo de esgoto proporcionou produtividade igual ou superior aos fertilizantes minerais e Logston (1993) apresentou informações sobre aumento de 35% na produtividade da cultura de milho com a utilização do lodo de esgoto como adubação.

A análise estatística dos resultados obtidos aos 30 dias após a germinação demonstrou que, o tratamento NPK + esterco, foi o que melhor obteve desempenho, sendo acompanhado apenas pelos tratamentos NPK e NPK + Lodo - 2. O tratamento esterco não mostrou significância em relação aos tratamentos NPK e NPK + Lodo -2, mantendo pequena diferença em suas médias de altura das plantas. Os tratamentos com as dosagens de Lodo

foram os que demonstraram as menores médias de altura, não acompanhando os demais tratamentos.

Os tratamentos que constaram da utilização de NPK e esterco de galinha, continuaram mostrando bons desempenhos na metade das análises. No entanto, observar-se que os dados, retirados dos tratamentos com dosagens de lodo de esgoto permanecem com as menores medidas, ainda não mostrando significância para sua utilização. Já o NPK + Lodo -2 acompanham os melhores desempenhos, demonstrando a necessidade de complementação mineral e de sua semelhança no desempenho com o esterco de galinha.

Os adubos orgânicos, como os estercos de galinha, etc., podem também ser usados em mistura com fertilizantes minerais na adubação do algodoeiro. Todavia, por possuírem menor porcentagem de nutrientes, seus efeitos se fazem notar quando empregados em maior volume (PASSOS, 1977).

As análises estatísticas dos resultados obtidos com 45 dias após a germinação demonstraram que a altura das plantas do algodoeiro com os tratamentos com esterco, NPK, NPK + esterco e NPK + Lodo -2 diferiram dos demais tratamentos, demonstrando assim o melhor desempenho. Contudo os tratamentos com dosagens de lodo de esgoto isoladas obtiveram as menores médias e o tratamento Lodo - 1 a menor média de altura das plantas de algodoeiro.

Com 45 dias após a germinação as plantas de algodoeiro com somente dosagens de lodo de esgoto demonstraram baixas médias de altura, com o tratamento Lodo -1 com pior desempenho, pois é referente ao tratamento de menor quantidade de N/há. Continuando a demonstrar que para o lodo de esgoto ser utilizado na cultura do algodoeiro, devem-se usar grandes dosagens de N/ha e deve-se fazer uma complementação com adubos minerais.

As análises estatísticas dos resultados obtidos aos 60 dias demonstraram que a altura das plantas nos tratamentos com esterco, NPK, NPK + esterco e NPK + Lodo -2 não diferiram entre si, obtendo os maiores desempenhos, e que o tratamento com NPK + Lodo -2 não

diferiu também do tratamento com Lodo -4. Pórem os tratamentos com as dosagens de lodo isoladas continuaram tendo as menores médias de altura das plantas.

Aos 60 dias após a germinação permanecem as observações de que os tratamentos com dosagens de lodo de esgoto não apresentaram desempenhos favoráveis, somente o tratamento com NPK + Lodo -2 acompanhou os bons desempenhos dos melhores tratamentos.

Verifica-se assim que ao longo do ciclo da planta de algodão os tratamentos com esterco, NPK, NPK + esterco e NPK + lodo -2 foram os que obtiveram melhores desempenhos em relação à altura das plantas. Observando-se que o lodo de esgoto precisa de complementação mineral para ser utilizado nos primeiros dias de vida da planta, que é quando a planta requer uma quantidade maior de macro e micronutrientes (Tabela 3).

Tabela 3: Resultados médios de altura das plantas de algodão aos 15 e 60 dias após a emergência das plantas, em vasos.

Tratamentos	**Altura Média de Plantas (cm)**		**Variação**
	15 dias	**60 dias**	
Esterco	13,15	50,66	37,51
NPK	15,10	47,34	32,24
NPK + esterco	14,30	52,33	38,03
Lodo -1	8,45	20,85	12,40
Lodo-2	9,85	26,35	16,50
Lodo-3	11,55	26,25	14,70
Lodo-4	9,30	30,37	21,07
NPK + Lodo-2	13,30	42,24	28,44

* Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem significamente entre si ao nível de probabilidade de 5%, pelo Teste de Tukey

Ao longo do ciclo do algodão notou-se que a adubação mineral (NPK) é essencial para o desenvolvimento das plantas. E que tanto o esterco como o lodo de esgoto precisa, para manterem um bom desempenho, de complementação mineral. Observar-se que o lodo de esgoto tem semelhança com o esterco na influência do desenvolvimento da planta.

Aos 60 dias após a germinação, como mostra a Figura 7, as plantas de algodão (vaso 16) com lodo de esgoto na concentração 150 Kg de N/há apresentou um desenvolvimento inferior em relação às plantas com esterco (vaso 1), NPK (vaso 8) e NPK + esterco (vaso 11), mostrando assim que, o lodo de esgoto em baixas concentrações não é capaz de um adequado desenvolvimento da planta de algodão.

Diâmetro das plantas de algodão

Os tratamentos empregados apresentaram dados confiáveis quanto à variação do diâmetro das plantas do algodão durante 15, 30,45 e 60 dias após a emergência das plantas. A Tabela 4 mostra as médias de diâmetro observadas dos 15 até os 60 dias do ciclo da planta, demonstrando a influência dos tratamentos no desenvolvimento do algodoeiro.

Tabela 4: Resultados médios de diâmetro de plantas de algodão, em milímetros, obtidos aos 15, 30, 45 e 60 dias após a emergência das plantas de algodão em vasos.

Tratamentos	Diâmetro Médio de Plantas (mm)			
	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
Esterco	3,45 ab	3,85 ab	4,10 a	4,05 ab
NPK	3,80 a	4,05 a	4,20 a	3,60b
NPK + Esterco	3,75 a	4,45 a	4,45 a	4,50 a
Lodo – 1	3,05 b	3,05 c	3,00 b	2,55 cd
Lodo – 2	3,05 b	3,30 b	3,15 b	2,45 cd
Lodo – 3	3,25 ab	3,20 c	3,15 b	2,10 e
Lodo – 4	3,30 b	3,15 c	3,30 b	2,80 c
NPK + Lodo – 2	3,35 ab	4,05a	4,15 a	3,80 b

* Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem significamente entre si ao nível de probabilidade de 5%, pelo Teste de Tukey

A análise dos dados do diâmetro aos 15 dias após a emergência das plantas demonstrou que os tratamentos com NPK e NPK + esterco foram os que proporcionaram o maior desempenho das plantas de algodão. Os tratamentos com esterco, Lodo -3 e NPK + Lodo -2, acompanharam esses melhores tratamentos, só que com semelhanças também com os tratamentos de maior dosagem e com os de menores dosagens de lodo de esgoto.

Assim, os tratamentos com Lodo -1 e Lodo -2 foram os que apresentaram as menores médias de diâmetro das plantas de algodão aos 15 dias após a emergência das plantas.

Nos tratamentos, com 30 dias após a emergência das plantas, as análises estatísticas do diâmetro demonstraram que houve diferenças significativas entre os tratamentos. Observou-se que os tratamentos com NPK, NPK + esterco e NPK + Lodo -2 promoveram os maiores desempenhos. E que os tratamentos com esterco e Lodo -2 não apresentaram diferenças significativas entre si. Já os tratamentos com Lodo -1, Lodo -3 e Lodo -4 enquadram-se nos resultados que alcançaram as menores medidas em relação ao diâmetro.

Na metade das observações de diâmetro no ciclo do algodoeiro nota-se que o NPK é necessário para o desenvolvimento das plantas, e que o esterco e o Lodo-2 têm semelhante papel no desenvolvimento das mesmas, necessitando os dois adubos de complementação mineral para aumentar seus desempenhos.

Com as medidas de diâmetro tomadas aos 45 dias após a germinação, observou-se que os tratamentos com esterco, NPK, NPK + esterco e NPK + Lodo -2 diferiram significativamente dos demais tratamentos, obtendo as maiores medidas de diâmetro das plantas de algodão. Os tratamentos com as diferentes dosagens de lodo de esgoto continuaram demonstrando as menores medidas de diâmetro.

Nas análises estatísticas aos 60 dias após a emergência das plantas, fica demonstrado que os tratamentos com esterco e NPK + esterco não diferiram entre si, onde o tratamento NPK + esterco foi o que obteve o maior desempenho no desenvolvimento da planta do algodoeiro. Os tratamentos NPK e NPK + Lodo -2 também resultaram em bons desempenhos.

Nessa análise estatística aos 60 dias após a germinação foi observada a maior diferença entre os tratamentos. Os tratamentos com Lodo-1, Lodo -2 e Lodo -4 apresentaram as menores médias de diâmetro e o tratamento com Lodo -3 foi o que obteve uma medida muito inferior, diferindo de todos os tratamentos.

Este resultado de acordo com Cia, Freire e Santos (1999), podem está relacionado ao período de extração de nitrogênio, fósforo e potássio na cultura do algodoeiro que está entre 30 e 60 dias de forma intensa, demonstrando a exigência nutricional da cultura.

Observar-se que os dados de diâmetro aos 60 dias após a emergência de plantas, em alguns tratamentos começam a diminuir, demonstrando claramente que a planta inicia um processo de retranslocação, indicando assim que a planta passa a investir sua energia no processo reprodutivo (Tabela 5).

Tabela 5: Resultados médios de diâmetro das plantas de algodão aos 15 e 60 dias após a emergência das plantas, em vasos.

Tratamentos	**Diâmetro Médio de Plantas (mm)**		**Variação**
	15 dias	**60 dias**	
Esterco	3,45 ab	4,05 ab	0,6
NPK	3,80 a	3,60b	0,2
NPK + esterco	3,75 a	4,50 a	0,75
Lodo -1	3,05 b	2,55 cd	-0,5
Lodo-2	3,05 b	2,45 cd	-0,6
Lodo-3	3,25 ab	2,10 e	-1,15
Lodo-4	3,30 b	2,80 c	-0,5
NPK + Lodo-2	3,35 ab	3,80 b	0,45

* Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem significamente entre si ao nível de probabilidade de 5%, pelo Teste de Tukey.

Ao longo do ciclo do algodão em estudo observou-se que a adubação mineral (NPK) é necessária para garantir a produtividade da cultura. As adubações orgânicas, esterco e Lodo, são importantes para essa produtividade, desde que sejam utilizados em grandes quantidades e com complementação mineral. O esterco e o Lodo assemelharam-se em seus resultados ao longo de todo o ciclo estudado, diferindo apenas quando o Lodo é utilizado em menores dosagens ou quando não possui a complementação com NPK.

CONCLUSÕES

a) A aplicação isolada do lodo de esgoto produzido pela Estação de Tratamento de Esgotos do Bacanga, pertencente à Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão – CAEMA proporcionou os menores desenvolvimentos das plantas de algodão, variedade Delta Opal.
b) A aplicação do lodo de esgoto na dose de 250 Kg de N/há com NPK, proporcionou melhores desenvolvimentos de plantas de algodão do que a sua aplicação isolada.
c) A aplicação do lodo de esgoto na dose de 450 Kg de N/há e a aplicação na dose de 250 Kg N/há associada ao NPK, apresentaram desenvolvimento de plantas de algodão compatível com a aplicação de esterco, NPK e da associação de NPK e esterco.
d) Ao longo do ciclo da cultura do algodão em estudo, o lodo de esgoto na dose de 250 Kg de N/ha com NPK, assemelhou-se na influência do desenvolvimento das plantas com os tratamentos com esterco.

REFERÊNCIAS

AGRINUAL, 2005. **Anuário da Agricultura Brasileira.** Disponível em < www.fnp.com.br>**.** Acesso em: 10 jun. 2004

BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. (Eds.). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000, p. 312.

BETTIOL, W**.** Aspectos a serem estudados em um projeto sobre impacto ambiental do lodo de esgoto na agricultura. In: RECICLAGEM DO LIXO URBANO PARA FINS INDUSTRIAIS E AGRÍCOLAS, 1999, Belém. **Anais do...** Belém: EMBRAPA, 2000. p.121-131. p. 217.

BETTIOL, W. **I Seminário sobre Gerenciamento de Biossólidos do Mercosul**. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/sac@cnpma.embrapa.br>. Acesso em: 16 jan. 2004.

CIA, M; FREIRE, E. C; SANTOS, W. I dos. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999, p. 286.

CRITÉRIOS ESPECÍFICOS PARA APLICAÇÃO DO LODO DE ESGOTO NO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <http. cetesb.com.br>. Acesso em: 15 dez. 2003.

DESCHAMPS, C.; FAVARETTO, N. **Aspectos agronômicos**. In: Reciclagem de biossólidos: transformando problemas em soluções. Curitiba, SANEPAR, 1999. cap.4, p.181-237.

FAUST, J. G.; OBERST, R. L. Economic value of biossolids to farmers. **Biocycle**, v. 37, n.1, p. 67-69, 1996.

FERREIRA, A. C.; ANDREOLI, C. V. ; JURGENSEN, D. **Produção e características dos biossólidos**. In: Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura. Curitiba: PROSAB, 1999, cap.1, p.16-25.

GONÇALVES, J. L. M., VAZ, L. M. S., AMARAL, T. M., POGGIANI, F. **Aplicabilidade de biossolids em plantações florestais**: II. Efeito na fertilidade do solo, nutrição e crescimento das árvores. In: Bettiol, W.; Camargo, O.A. (Eds.). Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000, p. 179-196.

LODO DE ESGOTO SE TRANSFORMA EM EXCELENTE ADUBO PARA A AGRICULTURA. Disponível em:<http://www.cnpma.embrapa.br/sac@cnpma.embrapa.br>. Acesso em: 16 jan. 2004.

LONGSTON, G. Beneficial biossolids. **Biocycle**, v. 34, n. 2, p.43-44, 1993.

MARQUES, M.O.; MELO W. J.; MARQUES, T. A. **Metais e o uso de biossólidos na agricultura**, In: Biossólidos na agricultura. São Paulo: ABES 2002. cap. 11.p. 365-403.

MELO W. J.; MARQUES, M. O. **Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas**. In: Bettiol, W.; Camargo, O. A. (Eds.). Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente 2000, p. 109-141.

NEIVA, M. R. Reciclagem agrícola de biossólidos da ETE Cetrel – uma experiência ambientalmente correta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20, 1999. Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro. p.469-477.

O AGRONÔMICO. **Uso agrícola do lodo de esgoto, da matéria orgânica do lixo urbano e de resíduos industriais**. O Agronômico, Campinas, v. 56, n. 1, 2004.

PASSOS, S. M. de G. **Algodão**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1977. p. 424.

SANTOS, L.**A situação do saneamento básico no Brasil**. São Paulo: CETESB, 1993. p. 16. p. 30.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S; SHARMA, R. D.; FEITOZA, L. Utilização do lodo de esgoto como fonte de fósforo e nitrogênio para o milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. 4p. CD-ROM.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S; SHARMA, R. D. Alternativa agronômica para o biossólido produzido no Distrito Federal – I: efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em latossolos no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.26, p.487-495, 2002.

SOCCOL, V. T.; PAULINO, R. C. **Riscos de contaminação do agroecossistema com parasitos pelo uso do lodo de esgoto.** In: Bettiol, W.; Camargo, O. A. (Eds.). Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000, p. 245-259.

TSUTIYA, M. T. Metais pesados: o principal fator limitante para o uso agrícola de biossólidos das estações de tratamentos de esgotos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20,1999. Rio de Janeiro, RJ. **Anais ...** Rio de Janeiro. 1999. p.753-761.

WALSH, L. Land application of sludge on overview. In: HEATINGS ON AGRICULTURAL PRODUCTIVITY AND ENVIRONMENTAL QUALITY, 1979 Columbus. **Anais...** Columbus, Univ. Of Ohio, Agriculture Commitee, 1979, p. 1-13.

ANEXO

RESULTADOS DAS ANALISES QUÍMICAS

Itens	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H + Al	S	T	V
	ppm	%	$CaCl_2$	$mmol_c/dm^3$						%
Solo	3	2,1	3,8	0,1	1,0	0,1	1,52	1,2	2,7	44
Lodo	139	7,9	7,0	3,9	181,0	72,0	0,0	27,7	27,7	100
Esterco	626	22,0	7,4	11,0	38,0	85,0	17,0	134,0	151,0	89