

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DOSES DE RESÍDUO SÓLIDO ORGÂNICO URBANO NO
SUBSTRATO, ASSOCIADO A REGIMES DE IRRIGAÇÃO,
NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO**

Jandislau José Lui
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2009

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DOSES DE RESÍDUO SÓLIDO ORGÂNICO URBANO NO
SUBSTRATO, ASSOCIADO A REGIMES DE IRRIGAÇÃO,
NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO**

Jandislau José Lui

Orientador: Prof. Dr. João Antonio Galbiatti

Co-orientador: Prof. Dr. Jairo Augusto Campos de Araújo

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Maio - 2009

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JANDISLAU JOSÉ LUI - filho de Jether José Lui e Maria Josepha Cassante Lui, nascido em Taquaritinga, Estado de São Paulo, aos 14 dias de agosto de 1949. Sempre realizou seus estudos em escolas públicas, iniciando no Grupo Escolar de Guariroba, distrito de Taquaritinga, no Estado de São Paulo, continuando durante o ginásio e científico no Instituto de Educação “9 de Julho” em Taquaritinga. Em 1970 iniciou o curso de Engenharia Agrônômica, na Faculdade de Agronomia e Zootecnia “Manoel Carlos Gonçalves”, onde concluiu em 1973, recebendo o título de Engenheiro Agrônomo, com especialização em Fitotecnia. Em 1988 iniciou o curso de Pós-Graduação em Agronomia, em nível de Mestrado, na UNESP, Campus de Jaboticabal. Em 1993 recebeu o título de Mestre em Agronomia com ênfase em Produção Vegetal. Em 1996 iniciou o curso de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos, área de concentração em Gestão integrada de Recursos, em nível de Doutorado, na UNESP, Campus de Rio Claro, concluído em 2000. Atuou como Professor na Fundação Universidade do Tocantins e na Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas de Gurupi de 1998 a 2003. A partir de 2003 até a presente data, atua como Professor, hoje Adjunto III, da Fundação Universidade Federal do Tocantins, no Campus de Gurupi, na Faculdade de Agronomia, ministrando várias disciplinas.

***O amor é um estado do Ser.
Não está do lado de fora, está bem lá dentro de nós.
Não temos como perdê-lo e ele não consegue nos deixar.
Não depende de um outro corpo, de nenhuma
forma externa.***

Aos meus pais Jether e Maria Josepha, pelo irrestrito apoio permanente;

Ao meu irmão Jether, *"in memoriam"*, eterno companheiro;

Aos meus filhos, Gustavo e Alexandre, como incentivo para que façam suas pós-graduações o mais rápido possível;

À amiga Sineide, pelo companheirismo, dedicação, encorajamento e incentivo em todos os momentos. Sem você, tudo seria mais difícil.

DEDICO

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. João Antonio Galbiatti, pela orientação e apoio em todos os momentos do curso, e mais, por me proporcionar todas as oportunidades de aperfeiçoamento até agora realizado, vencendo todas as dificuldades e nos fazendo vitoriosos sempre.

Ao Prof. Dr. Jairo Augusto Campos de Araújo por ter me acolhido no curso de Pós-Graduação em nível de Doutorado e ter me acompanhado até a presente data.

Ao recente Amigo Fabio Olivieri de Nobile, por compartilhar o seu conhecimento com tanta humildade.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por comandar o meu destino, proporcionando a possibilidade de chegar até aqui, vencendo todas as dificuldades encontradas. A cada dificuldade uma FORÇA nova.

À Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP), pela oportunidade de realizar mais um curso de Doutorado.

A todos os professores dos diversos departamentos da UNESP/ Jaboticabal pelas análises realizadas e pelos esclarecimentos prestados.

Aos Professores e Funcionários da Fundação Universidade Federal do Tocantins, em especial ao Prof. Dr. Eduardo Andréa Lemus Erasmo e ao Tec. Adm. Rodrigo Prieto que, sempre dispuseram de parte dos seus tempos para prestarem os esclarecimentos que solicitei.

Aos Professores e Funcionários do Departamento de Engenharia Rural da UNESP de Jaboticabal, por todo apoio no desenvolvimento dos trabalhos.

Às pessoas que compartilham da minha vida,
onde quer que estejam,
merecem a minha lembrança...

Jandislau José Lui

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	xix
SUMMARY	xx
I. INTRODUÇÃO	1
II. REVISÃO DE LITERATURA	4
1. Meio ambiente	6
2. Resíduo e lixo	8
3. Explosão demográfica e o Lixo	12
4. Coleta e destino do lixo urbano	13
5. Lixo, poluição e contaminação.....	15
6. Matéria orgânica	17
7. Irrigação.....	21
III. MATERIAL E MÉTODOS	24
1. Área Experimental	24
2. Delineamento experimental	25
3. Componentes dos substratos	25
3.1. Solos.....	26
3.2 Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.).....	27
4. Recipientes de sementeira	28
5. Água e material de irrigação	29
6. Substratos.....	29
6.1 Análise química de rotina, de micronutrientes e física (granulométrica).....	30
7. Curva de retenção de água nos substratos	31
8. Sementeira	32

9. Irrigação.....	34
10. Plantas.....	36
10.1 Número de tubetes com plantas vivas	36
10.2 Altura de plantas.....	36
10.3 Número de folhas por planta.....	36
11. Tratos culturais	36
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
1. Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.).....	38
2. Plantas.....	39
V. CONCLUSÕES	86
VI. REFERÊNCIAS	88

LISTA DE TABELAS

Tabelas	Página
1. Resultados das análises Químicas dos Solos – de rotina.....	26
2. Resultados das análises Químicas dos Solos – Micronutrientes	26
3. Resultados das análises Granulométricas dos Solos.....	27
4. Resultados das análises Químicas do R.S.O.U	28
5. Resultados das análises Químicas do R.S.O.U. – Micronutrientes.....	28
6. Resultados das análises Granulométricas do R.S.O.U.	28
7. Resultados das análises da água.....	29
8. Resultados das análises de macro, micronutrientes e alguns íons metálicos pesados da água.....	29
9. Composição dos substratos.....	30
10. Resultados das análises Químicas dos Substratos – Rotina.	30
11. Resultados das análises Químicas dos Substratos – Micronutrientes	31
12. Resultados das análises Granulométricas dos Substratos preparados para a pesquisa.....	31
13. Valores de análise de água distribuída à população de acordo com a portaria 518 de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde.....	35
14. Peso e volume do resíduo sólido orgânico urbano.....	38
15. Valores médios das variáveis referentes às análises de número de tubetes com plantas vivas, altura de plantas e número de folhas por planta, estudadas em cada substrato e época.....	40
16. Valores médios das variáveis referentes às análises de número de tubetes com plantas vivas, analisadas em cada substrato e regime de irrigação	48
17. Valores médios das variáveis referentes às análises de número de tubetes com plantas vivas, altura de plantas e número de folhas por planta, estudadas em cada época e regime de irrigação.....	53

Tabelas	Página
18. Valores médios das variáveis referentes às análises de pH, Mo, P, K, Ca, Mg, H+Al, SB, T e V, dos substratos, estudados em cada época.....	58
19. Valores médios das variáveis referentes às análises de C, N e C/N dos substratos, estudados em cada época	79

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Página
1. Curva característica de retenção de água nos substratos.....	33
2. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e o número de tubetes com plantas vivas, determinadas aos 15, 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).....	42
3. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e o número de tubetes com plantas vivas, determinadas aos 15, 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).....	42
4. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e a altura de plantas em centímetros, determinadas aos 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).....	44
5. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e a altura de plantas, em centímetros, determinadas aos 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).....	44
6. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e o número de folhas por planta, determinadas aos 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).....	45
7. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e o número de folhas por planta, determinadas aos 29, 41, 53 e dias após a semeadura (d.a.s.)	45

Figuras	Página
8. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e o número de tubetes com plantas vivas, determinadas para os regimes de 50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários de irrigação determinados pelo método do tanque classe A	52
9. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e o número de tubetes com plantas vivas, determinadas para os regimes de 50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários de irrigação determinados pelo método do tanque classe A	52
10. Regressões entre as idades das plantas aos 15, 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.) e o número de tubetes com plantas vivas, determinadas para os regimes de 50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários de irrigação determinados pelo método do tanque classe A.....	56
11. Regressões entre as idade das plantas aos 15, 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.) e a altura de plantas, em centímetros, determinadas para os regimes de 50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários de irrigação determinados pelo método do tanque classe A.....	56
12. Regressões entre as idade das plantas aos 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.) e o número de folhas por planta, determinadas para os regimes de 50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários de irrigação determinados pelo método do tanque classe A.....	57
13. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e o Potencial Hidrogeniônico (CaCl ₂), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.....	61

Figuras	Página
14. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e o Potencial Hidrogeniônico (CaCl ₂), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.....	61
15. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Matéria Orgânica (gdm ⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.....	65
16. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Matéria Orgânica (gdm ⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.....	65
17. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Fósforo (mgdm ⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.....	66
18. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e o Fósforo (mgdm ⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.....	66
19. Regressões de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Potássio (mmoldm ⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.entre as doses.....	67
20. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e o Fósforo (mmoldm ⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.....	67

Figuras	Página
21. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Cálcio (mmoldm^{-3}), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.....	70
22. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e cálcio (mmoldm^{-3}), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.....	71
23. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Magnésio (mmoldm^{-3}), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.....	71
24. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Magnésio (mmoldm^{-3}), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.	72
25. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Acidez Potencial (mmoldm^{-3}), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.....	72
26. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Acidez Potencial (mmoldm^{-3}), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.....	73
27. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Soma de Bases (mmoldm^{-3}), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.....	75

Figuras	Página
28. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Acidez Potencial (mmoldm^{-3}), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.....	75
29. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Capacidade de Troca Catiônica Total (mmoldm^{-3}), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.	77
30. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Capacidade de Troca Catiônica Total (mmoldm^{-3}), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.	77
31. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Saturação por Bases (%), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.....	78
32. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Saturação por Bases (%), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.....	78
33. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Carbono (gkg^{-1}), determinadas aos zero, 41 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).....	78
34. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Carbono (gkg^{-1}), determinadas aos zero, 41 e 79, d.a.s.	81

Figuras	Página
35. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Nitrogênio(%), determinadas aos zero, 41 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).....	81
36. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Nitrogênio (%), determinadas aos zero, 41 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).	82
37. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Relação C/N, determinadas aos zero, 41 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).....	82
38. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Relação C/N, determinadas aos zero, 41 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).	83

DOSES DE RESÍDUO SÓLIDO ORGÂNICO URBANO NO SUBSTRATO, ASSOCIADO A REGIMES DE IRRIGAÇÃO, NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar doses de resíduo sólido orgânico urbano no substrato, associado a regimes de irrigação, na formação de mudas de eucalipto. A pesquisa foi desenvolvida no Câmpus da UNESP, de Jaboticabal, localizado a 21°15'22" de latitude sul, 48°18'58" de longitude oeste. Foram utilizados nove substratos, sendo dois latossolos, um vermelho eutroférico argiloso e outro vermelho distrófico, seis misturas de latossolos com resíduo sólido orgânico urbano dessecado e triturado, não compostado e, este último, puro. Utilizou-se irrigação com quatro regimes (50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários determinados) e a avaliação feita em cinco épocas (15, 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura). Foram avaliadas variáveis biométricas da cultura, variáveis químicas dos substratos e regimes de irrigação. Os resultados obtidos indicaram que o Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) constitui-se fonte de nutrientes para as plantas e material corretivo com atributos químicos semelhantes a adubo mineral e calcário. Para os substratos constituídos com latossolo vermelho eutroférico argiloso, doses com até 40% de R.S.O.U. não exerceram influência negativa nas plantas. Nos substratos constituídos com latossolo vermelho distrófico, a dosagem máxima para que o R.S.O.U. não influencie na vida das mudas, foi de 20%. Os melhores resultados para as plantas ocorreram o regime de irrigação de 75% do valor diário determinado. A relação C/N foi crescente com o aumento da porcentagem de R.S.O.U. Ao final da pesquisa a maioria dos substratos estavam na faixa entre 1/7,7 a 1/14,7.

PALAVRAS-CHAVE: água, irrigação, material orgânico, muda, substrato

URBAN ORGANIC SOLID RESIDUE DOSAGES IN THE SUBSTRATE ASSOCIATED WITH IRRIGATION WAYS FOR THE FORMATION OF EUCALYPTUS SEEDLINGS

SUMMARY - The deposition of trash in landfill, controlled landfills, and in its greatest part, in open dumps, pollute the soil and take spaces that could be used for other purposes. In relation to the organic trash, it has been used composted as manure in the agriculture, however, there are many inconveniences caused by this technique, among them contamination, a large used area, the long time of the process and the high cost. The aim of this work was to evaluate the influence of non composted urban organic solid residue dosages, in the substrate, associated to irrigation ways in the formation of Eucalyptus seedlings. The research was developed at the UNESP Campus, in Jaboticabal - SP, Brazil, located at 21° 15' 22" South latitude, 48° 18'58" West longitude. Nine substrates were used, two latosols, one red clayey Eutroferric and another dystrophic red, six mixtures of latosols with dried and ground urban organic solid residue, non composted and one with pure residue. The irrigation was based on four levels, (50%, 75%, 100% and 130% of the evapotranspiration daily values). The plants behavior evaluation was done in five ages (15, 29, 41, 53 and 79 days after the sowing). It was evaluated the biometric variables of the culture and chemical variables of the substrates. The obtained results indicated that: the Urban Organic Solid Residue (U.O.S.R.) is a source of nutrients for the plants and corrective material, with chemical attributes similar to mineral manure and limestone. For the substrates constituted by red clayey eutroferric latosol, dosages up to 40% of U.O.S.R. did not have a negative influence on the plants. In the substrates constituted by dystrophic red latosol, the maximum dosage, so that the U.O.S.R. did not influence negatively on the lives of the plants, was 20%. The best results for the plants behavior occurred at the irrigation way of 75% of the daily determinate value. The relation C/N on the substrate was growing with the increase of the U.O.S.R. percentage. By the end of the research, most of the substrates were on the range from 1/7.7 to 1/14.7.

KEYWORDS: water, irrigation, organic material, seedling, substrate.

I. INTRODUÇÃO

Ao longo de milhares de anos, até os dias atuais, estudos evidenciam que a vida no planeta Terra teve uma grande evolução, desde o surgimento do primeiro animal vertebrado aquático que migrou para a terra e se adaptou a ela, até chegar ao *Homo sapiens*.

Durante muito tempo o homem tem povoado a Terra dela retirando seu sustento sem provocar danos ao solo.

Com a evolução da vida, o progresso e o avanço tecnológico houve a necessidade de produzir alimentos em grande escala para saciar a fome da população em crescimento constante.

Atualmente a maior parte da agricultura é mecanizada e adubada com fertilizantes químicos que podem contaminar o solo e o lençol freático. Medidas alternativas são necessárias para que ocorra o equilíbrio sustentável entre a produção agrícola e a manutenção de suas propriedades química, física e biológica do solo, de forma sustentável.

A população cresce de forma incompatível à capacidade suporte do ambiente e ocupa, desordenadamente, espaços destinados à preservação da natureza, como é o caso das grandes favelas que “sufocam” as montanhas que ladeiam as grandes cidades.

Nos dias atuais a produção de milhares de toneladas de lixo por dia é uma das maiores preocupações dos governantes e pesquisadores, pois a deposição de lixo em aterros sanitários, aterros controlados e, na sua grande maioria, em lixões a céu aberto, ao mesmo tempo em que poluem o solo, estão ocupando espaços que poderiam ser utilizados com outras finalidades.

A preocupação com a grande produção de lixo já foi responsável pela criação de idéias para minimizar os impactos provocados pela simples deposição de resíduos onde quer que seja. Existem grandes movimentos de reciclagem que reaproveitam materiais antes descartados, entre eles papel, papelão, plástico, PET, vidro e metais.

Quanto ao lixo orgânico há muitos anos que ele é utilizado compostado como adubo na agricultura, porém, muitos são os inconvenientes provocados por essa técnica, entre eles a contaminação, grande área de depósito, a demora do processo e o alto custo.

Todavia, os resíduos orgânicos são fontes potenciais de nutrientes que, se bem aproveitados, serão muito úteis na agricultura, conforme já preceituou Albert Howard, em suas obras que foram publicadas no início da década de 30, defendendo o uso de matéria orgânica ao invés de adubos artificiais.

O uso de material orgânico para a produção agrícola tem como vantagem reaproveitar parte do lixo que iria contaminar a natureza para recriar o ciclo da vida.

A melhor forma de aproveitamento seria aquela que não agredisse o meio ambiente e que tivesse um custo acessível.

A forma adequada da utilização do material orgânico traz muitos benefícios para a agricultura, pois é rica em nutrientes e, se usada sem compostar, não trará nenhum dos efeitos indesejáveis da compostagem.

A adição de material orgânico ao solo modifica a sua estrutura fazendo com que não ocorra tanta compactação, favorecendo a penetração de água o que resulta em seu maior aproveitamento pelas plantas. O aumento da água disponível e o teor de nutrientes no solo, tem como conseqüência o aumento da produtividade.

Essa melhoria está relacionada, também, com o regime de água, pois melhorando a capacidade de infiltração, acelera o processo dinâmico da água no solo.

Surge assim a necessidade de se avaliar os diferentes regimes de irrigação, tendo por finalidade adequar à planta a menor quantidade de água possível.

Essa avaliação sendo regional, por espécie e nos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas, contribui para a economia de água no planeta.

Sendo o plantio de espécies florestais exóticas parte de várias cadeias produtivas importantes no Brasil, assegurando ainda a conservação das florestas naturais, o eucalipto foi utilizado neste trabalho por ser uma das mais importantes espécies plantadas no Brasil.

Dessa forma a presente pesquisa teve por objetivo estudar doses de resíduo sólido orgânico urbano no substrato, associado a regimes de irrigação, na formação de mudas de eucalipto.

II. REVISÃO DE LITERATURA

Estima-se que a população mundial atingirá 9,2 bilhões no ano de 2050 (ONU apud FOLHA.UOL.BR, 2009). O crescimento acelerado teve início em 1350 com 300 milhões de habitantes passando para 900 milhões em 1800, 5 bilhões em 1980, atingindo 6,6 bilhões em 2007.

Em 2000, os continentes mais populosos eram, por ordem decrescente, a Ásia, África, Europa, América Latina (Sul e Central), América do Norte e Oceania. Os países em desenvolvimento circunscrevem-se aos continentes Africano, Latino-Americano e Asiático, que no ano 2000 albergavam mais de 80% da população mundial. Prevê-se que em 2050 esse valor atinja um valor próximo de 85%. Conclui-se assim, que os países em desenvolvimento são os principais responsáveis pelo crescimento explosivo da população mundial (PWP.NETCABO, 2009).

Como principais causas do rápido crescimento populacional temos a queda da mortalidade após a segunda guerra mundial e a redução das doenças e da mortalidade infantil.

Como conseqüências do aumento populacional, a mais falada é a questão da escassez de alimentos e ou a sua má distribuição. Aumentou também a poluição produzida e com ela, os problemas ambientais relacionados. Com a população ainda maior, espera-se que aumentará o desperdício, podendo implicar na degradação de muitos ecossistemas naturais.

Na sociedade globalizada em que vivemos outro grave problema é a propagação de epidemias, que agora o faz com muito mais facilidade devido aos avanços dos meios de transporte (C:/DOCUME, 2009).

O Brasil é hoje o segundo país mais populoso do hemisfério ocidental, superado apenas pelos Estados Unidos da América do Norte. Em 1970, 56% da população

brasileira era urbana, hoje, já são 75%. No estado do Rio de Janeiro chega a 95% (COLEGIOWEB.COM.BR,2009), onde, de cada três moradores, um vive em favela com precário sistema de saneamento e com deposição de lixo a céu aberto (IBGE, 2000).

A produção de lixo está estreitamente relacionada com o crescimento populacional e industrial em todo o mundo. O aumento da produção de lixo, que hora passamos a denominar de resíduos, como sendo tudo que se possa reutilizar e ou reciclar, e lixo propriamente dito, aquilo que deve ser descartado após um único uso, vem preocupando, cada vez mais, as autoridades governamentais e cientistas, pela falta de lugares seguros para sua deposição, sem riscos de contaminação ambiental. Lixo seria algo inservível, que necessitaria ser descartado. LEÃO (1993) preconizou que o lixo deveria ser disposto de uma maneira atóxica e não poluente e, se possível, não ser notado pela atual e por futuras gerações.

Os norte-americanos geram aproximadamente 210 milhões de toneladas de resíduos e lixo anualmente, enquanto os brasileiros geram cerca de 84 milhões de toneladas (IBGE, 2000).

Nos Estados Unidos, 57% desse material é colocado em depósitos municipais, enquanto que no Brasil, 37% tem o mesmo destino. Nos Estados Unidos, 27% são recuperados com a reciclagem de vidro, papel, plástico, metais e compostagem do material orgânico doméstico, enquanto no Brasil a estimativa é de que apenas 10% são reciclados (CASA/HSW.UOL, 2009)

A aplicação agronômica do composto de lixo urbano, quando obtido de modo adequado, é viável devido a sua riqueza em matéria orgânica e nutriente, à ausência de microrganismos patogênicos (XIN et al., 1992; MELO et al., 1997; CRAVO et al., 1998) e às melhorias das condições de cultivo do solo (aumento do teor de matéria orgânica, elevação do pH, redução da acidez potencial e aumento da disponibilidade de fósforo, potássio, cálcio e magnésio), da nutrição e produção dos vegetais (KIEHL, 1985; LIMA,1991; ABREU JÚNIOR et al., 2000).

WUTKE et al. (2000), citados por LOPES, et al. (2004), afirmaram que a adoção de técnicas racionais de manejo conservacionista do solo e da água é de fundamental importância para a sustentabilidade, de tal forma que se possa manter ao longo do

tempo esses recursos com qualidade e quantidade suficientes para a manutenção dos níveis satisfatórios de produtividade.

A possibilidade de destinação do R.S.O.U. logo após a coleta, via dessecação, trituração e devolução imediata na sua origem, o solo, poderá contribuir para se evitar a contaminação do solo e conseqüentemente do lençol freático, mantendo a água subterrânea disponível para a dessedentação animal e humana da atual e das futuras gerações.

Para VIEIRA (1994), citado por CARVALHO 2004, a inadequada umidade do solo durante o cultivo de hortaliças é a maior limitação, afetando o desenvolvimento. Torna-se, portanto, necessário que, ao plantio de uma cultura, já a partir das mudas, quando for o caso, se estude a quantidade de água a ser empregada, e somente o mínimo necessário, preservando assim os recursos naturais ao máximo.

O *Eucalyptus citriodora* Hook é a espécie mais utilizada no Brasil, largamente em reflorestamento com alta taxa de crescimento, plasticidade, forma retilínea do fuste, desrama natural e adaptabilidade às mais variadas condições de uso. Sua madeira na maioria das vezes é dura, pesada, resistente, com textura.

A sobrevivência, o estabelecimento, a freqüência dos tratamentos culturais e o crescimento inicial das florestas são avaliações necessárias para o sucesso do empreendimento florestal, o que está diretamente relacionado com a qualidade das mudas por ocasião do plantio (GOMES et al., 1991; FONSECA, 2000), merecendo ressaltar que o potencial genético as condições fitossanitárias e a conformação do sistema radicular são importantes para a boa produtividade dos povoamentos florestais (CARVALHO, 1992).

1. Meio ambiente

A Constituição Federal do Brasil de 1988, em seu artigo 225 preceitua que “Todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

Como definição legal, MACHADO (1982) já publicou que “entende-se por meio ambiente: o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abrigam e regem a vida em todas as suas formas”, considerando-se ainda, o “meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo” (Lei nº. 6.938, de 31/08/81, artigos 3º I, e 2º I). Trata-se de ampla definição legal, pois atinge “tudo aquilo que permite a vida, que se abriga e rege”, abrangendo “as comunidades, os ecossistemas e a biosfera”.

A noção de meio ambiente foi relatada de forma muito ampla lá em 1976, englobando o solo, as águas, o ar, a flora, a fauna, as belezas naturais e artificiais, o ser humano, o patrimônio histórico, artístico, turístico, paisagístico, monumental, arqueológico, além de variadas disciplinas urbanísticas contemporâneas segundo SALVATORE (1976).

SILVA (1981) definiu: “O meio ambiente é, assim, a interação do conjunto de elementos naturais, artificiais e culturais que propiciem o desenvolvimento equilibrado da vida humana”.

Outras se seguiram como podemos citar “considera-se o meio ambiente humano o conjunto de condições naturais, sociais e culturais em que vive a pessoa humana e que são suscetíveis de influenciar sua existência” conforme COLOMBO (1981).

Hoje, começamos a ver publicações mencionando a explosão demográfica como um sério risco para a natureza e para o próprio ser humano, fadado à extinção por alguns futurólogos (C:/DOCUME, 2009).

Essa explosão demográfica nas últimas décadas, somada à concentração de indivíduos nos centros urbanos, têm provocado o constante aumento da quantidade de resíduos no ambiente.

Esse acúmulo crescente, aliado às formas inadequadas de destinação final do lixo, tem trazido sérios problemas de poluição ambiental. A incorreta destinação dos resíduos sólidos, praticada na maioria das grandes cidades resulta, quase sempre, na poluição do solo, do ar e da água, além de afetar os fatores ligados à estética ambiental e ao bem-estar da população, atraindo a formação de favelas, promovendo a

desvalorização de terras em suas proximidades e desperdiçando recursos naturais (OGATA, 1983).

Existem diversas alternativas para minimizar os efeitos dos resíduos sólidos no ambiente, destacando-se os processos de reciclagem, compostagem e dessecagem desses resíduos, medidas racionais e eficientes, pois reduzem acentuadamente o volume de dejetos e permitem a reciclagem de materiais e nutrientes.

2. Resíduo e lixo

LIMA (1991) classifica o lixo de acordo com seu estado físico e natureza, em sólido, líquido, gasoso e pastoso; e de acordo com sua origem e produção, em residencial, industrial, hospitalar, especial e outros.

Deveríamos então fazer e praticar a distinção entre resíduo e lixo. Resíduo é algo que faz parte de um processo produtivo ou não e que, eventualmente, não está sendo aproveitado, mas apresenta ainda uma utilização em potencial, portanto não precisa ser descartado.

Geralmente quando se adota a postura de resolução dos problemas causados pelos resíduos e pelo lixo nas cidades restringi-se a atenção aos sólidos e aos residenciais e hospitalares.

Uma possível fonte de matéria orgânica para os solos agrícolas é o lixo da cidade segundo o Instituto de Pesquisa e Tecnologia (IPT), citado por LIMA (1991). A composição do lixo da cidade de São Paulo, em 1979, era de 37,8% de matéria orgânica putrescível; 32,65% de papel, papelão, tecidos, madeira e 20,1% correspondiam a materiais como metais, vidros e pedras. Quanto às características físico-químicas o lixo da cidade apresenta relação C/N = 25,8; peso específico = 192 kg/m³; sólidos voláteis 32,3% e poder calorífico superior a 4.267 Kcal/kg. O lixo urbano pode se tornar recuperável com a separação, que pode ser exercida pela própria população com coleta seletiva única ou, ainda, como coleta diferenciada.

Uma cidade com 400.000 habitantes produz, em média, 300.000 kg/dia de lixo inorgânico, formado basicamente dos seguintes elementos: 22% de metais, papéis,

vidros e plásticos; 56% orgânicos compreendendo restos de alimentos, verduras, legumes, frutas e resíduos de podas de jardim e gramas; 0,2% de lixo séptico de hospitais, ambulatórios, farmácias, postos de saúde e laboratórios; 20% de rejeitos inertes e 1,8% de outros não qualificados (CONSTRUFERT, s.d.).

A pesquisa publicada por AMORIM & AGUIAR (1979) permanece válida até os dias de hoje, mas na prática, pouco se fez para que mudanças ocorressem. Eles publicaram as características físicas e químicas dos resíduos sólidos produzidos nos núcleos urbanos do Distrito Federal, que constam do Anexo V do exemplar que recebeu a nomenclatura de volume 1A - Anexos, com o título geral de “A Disposição Sanitária do Lixo em Brasília”, apresentados pela empresa de consultoria CONSULTEC, que realizou os levantamentos para compor o I Plano Diretor de Limpeza Urbana do Distrito Federal. No ano de 1977 (em que foi elaborado o estudo), a população do Distrito Federal era de 897.390 habitantes assim, distribuídos: Brasília, com 236.400; Taguatinga, com 183.250; Gama, com 140.660; Ceilândia, com 125.580; Guará, com 77.500; Sobradinho, com 59.200; Planaltina, com 38.200; Núcleo Bandeirantes, com 19.000 e Brasilândia, com 17.600 habitantes.

Essa população produziu, no mesmo ano, 161.483 toneladas de resíduos sólidos, ou seja, 0,496 kg “per capita” diária. No ano de 1976, a produção “per capita” diária em todo o Distrito Federal foi de 0,403 kg, distribuídos por localidade, conforme segue: Brasília, com 0,833 kg; Sobradinho, com 0,429 kg; Guará, com 0,406 kg; Taguatinga/Ceilândia, com 0,372 kg; Planaltina, com 0,330 kg; Núcleo Bandeirante, com 0,322 kg; Brasilândia, com 0,275 kg e Gama, com 0,258 kg, caracterizando menor produção de resíduos e lixo na população de baixa renda.

As propriedades físicas do lixo do Distrito Federal são as seguintes:

Localidades	Umidade (gkg⁻¹)	P.E.C. (1) (kgm⁻³)	P.E.S. (2) (kgm⁻³)	P.C.S. (3) (cal/g)
Área Metropolitana	57,34	159,97	129,06	3628,56
Cidades Satélites	38,39	164,30	152,26	3123,22
Distrito Federal	47,87	162,14	140,66	3375,89

(1) Peso específico de coleta.

(2) Peso específico solto.

(3) Poder Calorífico Superior.

Também foram analisadas em laboratório, com metodologia própria, as propriedades químicas do lixo do Distrito Federal, que apresentaram os seguintes resultados:

Componentes	Segunda – feira	Outros dias úteis	Média Semanal
Carbono	34,07	36,14	35,11
Nitrogênio	1,98	1,74	1,86
Fósforo	0,47	0,65	0,56
Potássio	0,20	0,23	0,22
Cálcio	2,02	2,62	1,82
Sólidos voláteis	38,15	32,31	35,23
Cinzas (600 ^o C)	61,85	54,27	58,06
Resíduo mineral	24,90	25,38	25,14
pH	5,89	6,21	6,05

Segundo GALBIATTI (2000), a quantidade de resíduos sólidos de origem domiciliar e comercial coletada no município de Jaboticabal, segundo pesagem realizada pela Prefeitura Municipal durante o período de 09/10/2000 a 03/11/2000, é de aproximadamente 260 toneladas/semana, o que representa uma taxa de geração igual a 37,14 toneladas/dia, sendo a produção *per capita* estimada em 0,530 Kg/dia.

A composição física dos resíduos sólidos de origem domiciliar é definida pela situação econômica e social das unidades geradoras (domicílio), assim, municípios com distribuições sócio-econômicas semelhantes apresentam composições semelhantes. Partindo-se desta constatação e agregando informações levantadas junto aos órgãos de Limpeza Pública é possível estimar a composição média dos resíduos sólidos domiciliares.

Componentes	Porcentagem em Peso (base úmida)
<i>Recicláveis sem processamento</i>	34,68
Papel	12,48
Papelão	3,12
Plástico Rígido	2,10
Plástico Filme	3,90
Metais em geral (sucata)	6,00
Embalagens longa vida	0,80
Vidro	6,00
Alumínio	0,28
Recicláveis após compostagem	56,77
Matéria Orgânica	55,57
Agregados Finos	1,20
Não Recicláveis	8,55
Diversos	8,55

AMORIM & AGUIAR (1979) concluíram ainda que: “A parcela de materiais compostáveis é bastante elevada (67%), se computados os elementos rapidamente degradáveis e aqueles decompostos em maior tempo. Se somarmos os componentes combustíveis chega-se a 76%, que é bem razoável em termos de se considerar uma possível utilização do lixo como fonte energética. O elevado poder calorífico encontrado constata esta afirmativa”.

“O teor de água encontrado nas diversas zonas foi relativamente alto, levando-se em conta à própria composição gravimétrica do lixo e a época em que foi feita a amostragem, agosto/setembro principalmente, que são os meses tradicionalmente quentes”.

“A relação carbono/nitrogênio (C/N) calculada para as diversas amostras situa-se quase sempre entre 10 e 20, o que indicaria melhores características para a transformação do lixo em composto, principalmente no que se refere à abreviação do tempo de cura”.

3. Explosão demográfica e o Lixo

Segundo a ONU citada por FOLHA.UOL.BR, (2009), a projeção da população mundial futura, pode ser baseada em diferentes pressupostos: as taxas de natalidade estão diminuindo, mas variam muito entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento; as taxas de mortalidade podem mudar inesperadamente, devido a doenças, guerras e catástrofes ou avanços na medicina. Ao longo dos últimos dez anos suas projeções têm sido corrigidas para valores inferiores aos anteriormente anunciados (C:/DOCUME, 2009). Mesmo assim as previsões são sombrias, em torno de oito bilhões em 2020 (PPP.NETCABO, 2009), 9,2 bilhões em 2050 (ONU citada por FOLHA.UOL.BR, 2009), 10 bilhões em 2070 (PT.WIKIPEDIA.org/ 2009).

O problema maior é que o incremento da população tem acontecido nos países do chamado Terceiro Mundo, onde a maior parte da população vive na pobreza e na miséria, carente de alimentação, água, saúde, habitação, escola e emprego. Paralelamente aos fatos, o contínuo processo de migração do campo para a cidade provocou a chamada “explosão demográfica”, com o crescimento assustador da população urbana, provocado pelo nascimento dos filhos dos migrantes (EMBRAPA, 1994).

O Brasil é hoje o segundo país mais populoso do continente americano e de todo o hemisfério ocidental, superado apenas pelos Estados Unidos da América do Norte. É também o mais populoso da América do Sul e de toda a América Latina.

Em 1970, 56% da população brasileira era urbana. Atualmente, 75% já habitam as cidades, enquanto que no estado do Rio de Janeiro a taxa de ocupação é de 95% (COLEGIOWEB.COM.BR, 2009).

A região sudeste é a mais populosa e a mais habitada e a região norte, especialmente a Amazônia é a menos povoada. O Rio de Janeiro é a região mais povoada, com cerca de trezentos habitantes por quilometro quadrado. São Paulo, o Estado mais populoso, concentra 20% da população brasileira, enquanto Roraima, o menos populoso e povoado, tem apenas um habitante por quilometro quadrado.

Considerando que habitam o mundo hoje, aproximadamente 6,8 bilhões de seres humanos, podemos supor a geração de 3,4 bilhões de quilos de resíduos e lixo por dia. Desses, a América do Norte com aproximadamente 520 milhões, geram 260 milhões de quilos e o Brasil, com seus 190 milhões de habitantes, gera aproximadamente 100 milhões de toneladas de resíduos e lixo. (PT.WIKIPEDIA.ORG, 2009).

Numa condição geral, estima-se entre 400 e 600g diárias por habitante a quantidade de lixo domiciliar produzido em cidades de pequeno e médio portes. Nos grandes centros, essa quantidade pode chegar a 1,5kg por habitante por dia (JARDIM, 1995).

4. Coleta e destino do lixo urbano

O fato de ocupar a posição de maior centro industrial do país - que lhe valeu a denominação de “locomotiva do Brasil” - poderá custar bastante caro ao estado de São Paulo. É que por abrigar o maior número de indústrias, o Estado de São Paulo, particularmente a Região Metropolitana ou Grande São Paulo, também possui o maior número de áreas potencialmente contaminadas, em diversos níveis, cuja recuperação, se for efetuada, poderá custar alguns bilhões de dólares. Dentre as 150 áreas que estão comprovadamente contaminadas, 67 são lixões, onde a coleta feita é depositada a céu aberto (ALVES, 1996). Somam-se às estatísticas, os estacionamentos de carros apreendidos que se eleva a mais de 150 mil, acumulando resíduos e água da chuva, com conseqüente proliferação do mosquito da dengue.

O resíduo e o lixo coletado nas cidades e que normalmente é depositado em aterros sanitários, aterros controlados e lixões a céu aberto, vem, vagarosamente, recebendo cuidados diferenciados.

Estudos vêm sendo realizados no sentido de dar destino adequado ao resíduo sólido urbano, já tendo sido iniciado o processo de transformação na forma de coleta, transporte e destino.

Se coletado misturado, de uma só vez, a separação do lixo inorgânico do orgânico é feita nas máquinas e mesas de seleção/catação, visando destino e utilização

de acordo com a classificação (ENTERPA, s.d.). Nessa modalidade, os inconvenientes são a umidade e a sujeira do material orgânico, provocando a desvalorização do resíduo sólido inorgânico.

Entretanto, já é praticada a coleta seletiva, onde a primeira informação importante consiste em conhecer o mercado e saber qual é a quantidade a ser coletada. A informação quantitativa, associada com a distribuição da população na cidade e com dados econômico-sociais e culturais dos bairros, contribui nos estudos prévios para implantação desse método (BERRIOS, 1997). Neste caso a coleta é feita em separado para vidro, plástico, papel, metal, tendo como destino a venda direta a sucateiros. Em separado é coletado o lixo orgânico destinado a compostagem e/ou aos lixões.

Outra proposta é o meio termo. Ao invés da separação em vários tipos da coleta seletiva, propõe-se a separação em apenas dois tipos: sucata e orgânico. É a coleta diferenciada. Nesses programas as usinas de reciclagem devem processar essas duas frações em separado (CATI, s.d.).

Para a fração orgânica, a compostagem é uma das alternativas como disposição final desse material, apesar das desvantagens. Destacamos as principais: necessita de mais espaço que a incineração; a descarga do resíduo elimina odores; a qualidade do composto é estável, variando de acordo com a composição do resíduo fresco; requer muito transporte, inviabilizando a venda pelo alto custo; pode contaminar o lençol freático.

Devido a suas características agronômicas, o composto de resíduo sólido urbano e o lodo de esgoto podem ser utilizados principalmente como adubação orgânica (BERTON, 1996). Os sistemas agrícolas passam, então, a ser aceitos como áreas potenciais de descarte desses materiais, avaliando, num primeiro momento, resultados positivos para a produtividade das culturas que utilizam os resíduos. Com o tempo prolongado de uso, o acúmulo desses materiais no solo pode superar a capacidade do solo exercer seu poder de tamponamento e filtro biológico, principalmente dos metais pesados presentes, tóxicos ao sistema solo-água-planta (DÉPORTES ET AL., 1995).

Haveria necessidade de separar os materiais contaminantes e dar a destinação adequada, não misturando ao resíduo orgânico e inorgânico utilizável.

Mesmo quando não se encontram em áreas agrícolas, o descarte dos resíduos citados em áreas denominadas aterros, reservatórios, lixões ou outros, quase sempre não ocorrem dentro de especificações adequadas, das quais temos muito poucas informações para as condições dos solos tropicais. Dentro dessa ótica, fica clara a necessidade de se buscarem parâmetros mais seguros para o uso desses resíduos na agricultura e/ou disposição em áreas de descarte, permitindo a sustentabilidade desses ecossistemas, por meio de um nível mínimo de alterações do ambiente.

A preocupação com a utilização agrícola do composto de lixo urbano é principalmente ligada à olericultura (SANTOS, 1995; COSTA, 1994 e OBREZA & REEDER, 1994). Com a demanda crescente de material orgânico em áreas produtoras de hortaliças próximas às aglomerações urbanas, o composto de resíduo urbano torna-se uma importante fonte de matéria orgânica, com custo e localização acessíveis para os agricultores dessas áreas.

5. Lixo, poluição e contaminação

Muitos produtos essenciais à nossa população são extraídos constantemente da natureza. Os resíduos desses produtos são destinados a locais denominados de aterros sanitários, aterros controlados e lixões, esta última, a pior forma de destinação, pois ficam a céu aberto, à disposição de aves (urubus e outros), animais (ratos e outros) e o pior, a população, que recolhe os resíduos recicláveis, comida para alimentação da família. A poluição ambiental do ar, do solo e da água é inevitável. A reciclagem, além de combater esse problema, também evita o esgotamento dos recursos naturais (CATI, s.d.).

O processo de coleta não seletiva de lixo leva à mistura de materiais tóxicos, como lâmpadas e pilhas, por exemplo, com a fração orgânica do lixo domiciliar, ampliando, assim, as formas de poluição e contaminação que estes resíduos podem

causar ao meio ambiente e, conseqüentemente, às populações, se não forem manipulados e tratados convenientemente (PEREIRA NETO, 1980).

A contaminação do sistema solo-planta com metais pesados é uma realidade que torna restrita a utilização agrícola desses solos. Os processos de recuperação e despoluição de solos contaminados, que envolvem uso de plantas bioacumuladoras e insumos para neutralizar a atividade dos metais ou removê-los do sistema, são caros e demorados. Atualmente, as pesquisas buscam plantas e microrganismos tolerantes a altos níveis de metais pesados, gerando alternativas de convivência com o excesso desses elementos no sistema solo-planta (BAKER ET AL., 1994).

As fontes de contaminação por metais pesados têm origens diversas. As principais fontes de contaminação dos solos citadas em trabalhos de pesquisa são: resíduos urbanos na forma de composto de lixo urbano e o lodo de esgoto, resíduos de exploração de jazidas minerais em descarte nos solos, subprodutos de industrialização de minerais, efluentes de indústrias alimentícias e os insumos empregados na agricultura, como os fertilizantes e os agrotóxicos. A disposição final e o emprego de alguns desses materiais no sistema solo-planta é preocupante, principalmente no que se refere à presença de metais pesados em sua composição, dentre outros contaminantes perigosos para a saúde humana. O conhecimento de seu comportamento em solos agricultáveis é importante para o monitoramento dos mesmos (COLLIER, 1999).

No Brasil, 60% do consumo de água potável é abastecido por águas subterrâneas (PACHECO & REBOUÇAS, 1984). Existe, portanto, a evidente necessidade de se proteger os mananciais subterrâneos livres de contaminação.

A preocupação com ambientes aquáticos também demanda atenção. Os processos de interação entre o solo e o ar com o meio aquático podem transferir uma carga de metais pesados capaz de causar danos à biota e ao consumo humano. Processos como: transporte de material particulado oriundo da queima de combustíveis fósseis e fundições, efluentes industriais e lixiviados de áreas de disposição de resíduos sólidos urbanos e industriais, perdas de solo por erosão e lixiviação em áreas de

agricultura intensiva, são exemplos de formas de contaminação de aquíferos por metais pesados (FÖRSTNER & WITTMANN, 1983).

6. Matéria orgânica

CURY (2000), citado por LOPES et al. (2004), considera o solo o recurso natural mais precioso e importante dentro de uma propriedade agrícola, muitas vezes não considerado pelos produtores. Atualmente, uma ação ecologicamente equilibrada do homem em seu habitat tem sido uma necessidade vital para a melhoria da qualidade de vida de toda a comunidade.

Ao dar um destino ecologicamente correto para os resíduos orgânicos, não os depositando no solo, mas nele distribuindo com certeza de manter e até melhorar suas características químicas e físicas, estará cumprida a obrigação do ser humano manter o ambiente para a presente e futuras gerações.

Segundo GALBIATTI (1992), a matéria orgânica se apresenta em dois tipos, a ativa e a inativa; a matéria orgânica ativa pode se decompor pelo processo de fermentação e formar o húmus, enquanto a matéria orgânica inativa ou humificada não está mais sujeita à decomposição intensa. A fração húmica age principalmente nas propriedades físicas e físico-químicas do solo, tornando-se fonte de nutrientes para as plantas.

A maturidade do composto orgânico pode ser uma limitação à recomendação e à comercialização e pode ser definida como o grau de estabilidade das propriedades físicas, químicas e biológicas (HE & TRAINA, 1992). O composto orgânico imaturo tem altas concentrações de ácidos orgânicos fitotóxicos (CHANYASAK et al., 1983b), os quais podem causar danos ao sistema radicular. Os autores citados observaram redução na produção de nabo, aplicando 10 toneladas por hectare de composto orgânico de lixo imaturo. Além disso, o composto orgânico com alta relação C/N causa imobilização do nitrogênio, levando à deficiência desse elemento no solo. Já o composto orgânico imaturo, com relação C/N baixa, pode causar toxicidade às culturas por excesso de amônia (INBAR et al., 1990, citado por HE & TRAINA, 1992). O

crescimento de fungos, o desenvolvimento de insetos e odores indesejáveis também ocorre no composto imaturo (KIEHL, 1985).

A recomendação de fertilizantes orgânicos na agricultura é uma prática antiga. Nos últimos anos tem crescido o uso desse tipo de fertilização. Na produção agrícola a adição de diferentes formas de material orgânico tem sido interpretada como uma forma de substituir parcialmente os fertilizantes minerais (IGUE & PAVAN, 1984).

No cultivo de hortaliças é tradicional o uso de matéria orgânica, com demanda crescente deste tipo de fertilizante. No entanto, a produção de matéria orgânica é limitada, para uma demanda crescente, e a baixa qualidade que alguns destes produtos apresentam no mercado, tem levado os produtores a utilizarem, com mais freqüência, a adubação química, ocasionando, assim, prejuízos e degradação dos solos e, por conseguinte, a contaminação dos cursos d'água.

A utilização dos compostos orgânicos na agricultura é apenas o retorno daquilo que o homem dela retirou. Ressalta-se que a utilização de resíduos a partir do lixo urbano carece de maiores cuidados e que, por isto, deve preceder de pesquisas para uma maior avaliação, tanto no solo quanto nas culturas a serem exploradas, definindo-se, assim, os limites de sua utilização.

Se por um lado o acúmulo de lixo urbano nos grandes centros tem trazido problemas de saúde pública, principalmente pela não existência de seletividade na coleta, por outro, seu beneficiamento poderá trazer benefícios para a agricultura em substituição aos adubos químicos em função da escassez, ao adubo orgânico de origem animal.

Vários autores têm trabalhado com esse tipo de resíduo e obtido resultados significativos, principalmente aqueles que dizem respeito à preservação do meio ambiente. Dentre esses estudos destaca-se o de COELHO & VERLENCIA (1977), que chegaram a conclusão que o decréscimo do conteúdo de matéria orgânica na camada superficial do solo resulta em sua compactação, com a diminuição da capacidade de armazenamento de água e, conseqüentemente, a formação de sistema radicular pouco desenvolvido e superficial, prejudicando o desenvolvimento normal das plantas.

HERNANDEZ et al. (1992) concluíram que o rendimento das plantas é maior que a testemunha, quando o solo é adubado com lodo fresco ou com resíduo compostado. Ao se adicionar no solo resíduo sólido orgânico urbano (R.S.O.U.) fresco em doses elevadas, os rendimentos são mais baixos que a testemunha. É possível que no caso do lodo fresco, tenha havido uma digestão no depósito de depuração, diminuindo do seu conteúdo as substâncias fitotóxicas, e que seu conteúdo de nitrogênio (N) e Fósforo (P) contribua para obter rendimentos elevados. Ao contrário, é possível que o R.S.O.U. fresco contenha substâncias fitotóxicas que atuam negativamente na planta quanto à produção, além de produzir outros fenômenos quando aplicado no solo, como elevação da temperatura, asfixia do sistema radicular, dentre outros. As plantas desenvolvidas sobre solos acrescidos destes adubos orgânicos possuem concentrações maiores de N e P que a testemunha, sobretudo quando as doses de aplicação são elevadas, o que confirma o poder fertilizante daqueles produtos.

Segundo GARCIA et al. (1992) o lixo urbano pode afetar o desenvolvimento das plantas, quando não for usada a compostagem para fazer a estabilização da matéria orgânica. Em um experimento com germinação de sementes para mostrar os efeitos do lixo orgânico, ficou bem evidente o problema da não compostagem da parte orgânica do lixo urbano, pois o lixo orgânico sem compostagem inibiu em 100% a germinação enquanto o lixo orgânico no qual se faz a compostagem se comportou igual à testemunha, tendo uma boa germinação.

KURIHARA (1984), avaliando o emprego de resíduos sólidos urbanos na agricultura do Japão, demonstra tentativa de resolver o problema no processamento dos resíduos sólidos que possuem alto grau de umidade. A limitação do material está na sua compostagem incompleta, que causa imobilização de N, limitando o nutriente quando o composto é aplicado diretamente no solo.

A preocupação com a melhor época de uso do composto de resíduo urbano em relação à “cura” do material foi abordada por STICKELBERGER (1975). Estudando o processo de compostagem, além da imobilização de N, metabólitos tóxicos foram identificados como causadores da inibição de germinação, quando foi utilizado composto oriundo de compostagem anaeróbica.

GADELHA et al. (1988), verificaram que na cultura do abacaxi cv. Smooth Cayenne, a utilização de 3,5 kg de lixo fermentado por metro de sulco proporcionou um aumento de 30,6 % no peso e de 7,4 % no diâmetro do fruto, em relação às parcelas que não receberam adubo orgânico, ocasionando um efeito físico muito importante para o desenvolvimento dos vegetais.

Os diferentes volumes e composição de fertilizantes orgânicos e minerais aplicados aos solos, provocam variações nas concentrações de material orgânico, pH, fósforo, potássio, sulfato, cálcio, magnésio, ferro, manganês, zinco, cobre e boro. Estas variações também estão relacionadas com os processos de decomposição e mineralização do material orgânico e dissolução dos fertilizantes minerais, promovida pelo volume de água adicionada via irrigação (MALAVOLTA et al., 1997).

SHAYMUKHAMETOV (1971) fazendo um apanhado de experimentos de longa duração notou que a fertilização orgânica promove a acumulação de húmus, enquanto a adubação mineral pode, no máximo, manter o nível inicial.

ALCOFORADO & TRINDADE (1993), constataram aumentos lineares de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) no solo, ao aplicarem doses crescentes de composto orgânico de lixo.

O composto orgânico de lixo influencia, também, o pH e a condutividade elétrica do solo. O aumento do pH do solo com a adição de composto é atribuído ao alto teor de Ca (GENEVINI et al., 1991; HERNANDO et al. 1989; DUGAN & WILES, 1976); porém o pH tende a estabilizar-se quando as doses de composto são elevadas. HERNANDEZ et al. (1992) verificaram que o pH estabilizou-se em 8, quando as doses foram superiores a 60 toneladas por hectare. A elevação da condutividade elétrica ocorre em virtude do aumento da concentração de sais na solução do solo, principalmente de potássio (K) e sódio (Na). GLÓRIA (1992) e CHANYASAK et al. (1983a) ressaltam que o sal solúvel de Na nos resíduos urbanos é um dos mais freqüentes.

7. Irrigação

Para se fazer uma boa irrigação, segundo KLAR (1991) é necessário saber em qual profundidade se localizam 80% das raízes da planta para ser colocada a quantidade de água necessária para umedecer o solo ao redor das raízes de maneira adequada.

Segundo MARTENS & FRANKENBERGER JR. (1992), gotas d'água podem compactar o solo causando a diminuição dos poros logo abaixo da superfície, fazendo com que a água não infiltre e escorra pela superfície desse solo. A adição de material orgânico ao solo modifica a sua estrutura fazendo com que não ocorra tanta compactação, favorecendo a penetração de água o que resulta em seu maior aproveitamento pelas plantas.

A aplicação de 180 tha^{-1} de esterco reduziu de 23 para 5 horas o tempo de infiltração de água no solo. Essa infiltração se mostrou diretamente proporcional ao acréscimo de esterco. A cada 1% de material orgânico acrescentado ao solo é reduzido em 31% o tempo de infiltração da água. O efeito da matéria orgânica não dura mais de um ano, o que leva a usá-la, no mínimo, em anos alternados (MEEK et al., 1982).

O efeito físico causado pela matéria orgânica no solo é muito importante para o desenvolvimento dos vegetais. Segundo HENIN et al. (1976), seu efeito na melhoria da estrutura do solo constitui um fator positivo para o desenvolvimento das raízes. Essa melhoria está relacionada, também, com o regime de água, pois melhorando a capacidade de infiltração, acelera o processo dinâmico da água no solo.

Estudos realizados por LEMMERMANN & BERENS (1935) já mostravam que a aplicação de esterco de curral no solo aumentava a permeabilidade à água se comparado com solos de locais onde não se incorporava esterco animal.

Durante 39 anos MAZURAK et al. (1955) trabalharam na Estação Experimental de Scattsbluff, Nebraska - EUA, com diversas culturas (alfafa, tomate, milho, cevada e beterraba) em rotação, em um solo tipo argilo-arenoso em condições de irrigação, adubado anualmente com 25 toneladas por hectare de esterco bovino e adubo mineral. Observaram que “após duas horas de irrigação a taxa de infiltração da água no solo

mantinha-se constante; o uso contínuo de esterco bovino em um solo arenoso diminuiu a taxa de infiltração; obtiveram correlação linear entre infiltração da água e a densidade aparente do solo; concluíram, também, que o cultivo e a prática de estercagem têm maior efeito na taxa de infiltração da água no solo que a variação textural no perfil”.

Segundo KLAR (1991), a composição do ar do solo se altera constantemente com a infiltração de água, com as mudanças da atmosfera em conexão com as flutuações diárias de temperatura, com a velocidade do vento, dentre outros. A razão de difusão de gases aumenta com a temperatura, sendo maior em solos de textura fina do que em solos de textura grosseira, isso quanto mais seco; porém, quanto mais úmido, a situação se inverte, isto é, a razão de difusão de gases é maior nos solos arenosos. Caso as trocas de oxigênio e gás carbônico forem interrompidas, os processos metabólicos das raízes das plantas serão prejudicados imediatamente. Trocas inadequadas de gases fazem decrescer o rendimento das plantas, mesmo sendo por um só dia, e causa sua morte, se prolongarem.

O crescimento das plantas pode ser reduzido se o volume de poros do solo for menor que 10 a 15% do volume total desse solo, dependendo da cultura e de outros fatores. Em solos arenosos a infiltração de água é muito maior do que em solos argilosos, mas quanto à retenção, ocorre o contrário. Com a adição ou existência de matéria orgânica a infiltração é favorecida nos horizontes onde atuam. A presença de raízes tende a aumentar a velocidade de infiltração.

MATHERS et al. (1997) estudaram o efeito do uso de esterco de bovino confinado, em um solo argiloso (clayloam) cultivado com a cultura do sorgo irrigado por sulco, durante 3 anos, na Estação Experimental de Agricultura do Texas-EUA. Aplicaram doses equivalentes a 0, 22 e 67 toneladas de esterco por hectare e 224 kg de nitrogênio por hectare (nitrato de amônia) por ano. Dos resultados verificaram que por ano de experimentação que o esterco aumentou a taxa de infiltração da água no sulco, e que dose de 22 toneladas por hectare de esterco já foi suficiente para promover acréscimos de produção de sorgo e na água disponível. Estes efeitos foram acentuados nos tratamentos em que se utilizaram doses superiores. A incorporação de esterco no solo não contribuiu significativamente com o aumento de nitrito (NO_2^-) ou cloreto (Cl^-) na

água escoada. Indicou, portanto, que a qualidade da água não foi afetada com a aplicação de esterco no solo nas doses estudadas.

Durante 12 anos no centro de pesquisa de Bordeaux, na França, em um solo tipo “Sandy Soil” em condições de irrigação, DELAS & MOLOT (1983) aplicaram diversos tipos de material orgânico (palha de trigo, casca de árvore, bagaço de uva, esterco bovino e colmos de milho), nas culturas de batata e milho, em doses equivalentes a 3 toneladas de carbono por hectare. Observaram que a adição de matéria orgânica no solo aumentou a água disponível e o teor de nutrientes no solo, com conseqüente aumento da produtividade. Observaram, ainda, que a razão da eficiência desses aditivos não ficou bem clara, embora possa ser explicada pelo fato do aumento da água disponível e a capacidade de troca de cátions causar enriquecimento do solo em matéria orgânica. O efeito dos diferentes resíduos foi semelhante, embora fosse variável o nível de enriquecimento do solo em matéria orgânica.

Com o objetivo de avaliar o efeito da incorporação de efluentes de biodigestor ao solo, sobre o potencial matricial da água no solo, a condutividade hidráulica em solo saturado e o desenvolvimento do feijoeiro, GALBIATTI et al. (1986) conduziram experimento em um Latossolo Vermelho Escuro – textura média, em área experimental da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal. O efluente de biodigestor não afetou de modo claro o potencial matricial da água do solo a 20 e 40 cm de profundidade; a condutividade hidráulica em solo saturado foi afetada, aumentando seu valor. O que mais beneficiou o desenvolvimento do feijoeiro e sua produtividade foi o efluente de biodigestor com metade de adubação mineral de semeadura.

N'DAYGAMIYE & ANGERS (1990) estudaram os efeitos da incorporação ao solo argiloso de doses equivalentes a 0, 20, 40, 60, 80 e 100 t/ha⁻¹ de esterco bovino seco, em uma cultura de milho na Estação Experimental de Agricultura do Canadá. A adição de esterco de bovino ao solo melhorou consideravelmente a retenção de água, embora isto não queira dizer que haja maior quantidade de água disponível. Observaram, também, que existe uma interação positiva entre as propriedades físicas e as biológicas do solo com a aplicação de esterco. Esta interação contribui para melhorar a fertilidade potencial do solo.

III. MATERIAL E MÉTODOS

1. Área Experimental

A presente pesquisa foi desenvolvida no município de Jaboticabal, no Campus da UNESP, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, em área localizada a 21° 15'22" de latitude sul, 48°18'58" de longitude oeste, com 570 metros de altitude (UNESP, 2009).

O município de Jaboticabal ocupa uma área de 677 km², apresentando no ano de 2004, uma população de 71.654 habitantes, dos quais, aproximadamente 95% moram na área urbana (WIKIPEDIA, 2009).

A classificação climática para a região, segundo Köeppen, é do tipo Cwa, subtropical com verão quente e inverno relativamente seco. A temperatura média anual é de aproximadamente 22°C sendo que nos meses de junho e julho se aproxima de 12,5°C, e nos meses de dezembro a fevereiro atinge a temperatura média mais elevada do ano, em torno de 30,6°C. A Umidade Relativa média anual está em torno de 70,0%, caindo para 58,2% nos meses mais secos. A precipitação pluviométrica média anual é de aproximadamente 1.400 mm, sendo que 80% das chuvas ocorrem de outubro a março. A insolação anual está em torno de 2.585 horas e a velocidade média diária do vento é de 0,73 m/s (UNESP, 2009).

Para a instalação do experimento foi escolhido um terreno a pleno sol, evitando a manifestação de fatores que pudessem interferir nos resultados. Procedeu-se à homogeneização da superfície do terreno, eliminando ondulações, para arrumação dos suportes que alocaram os tubetes, onde foram semeadas as sementes, originando as mudas que permaneceram por 90 dias expostos ao tempo, sem qualquer proteção.

2. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial. Foram utilizados os fatoriais $9 \times 4 \times 5$ e $9 \times 4 \times 4$. Para as variáveis associadas à característica das plantas (número de tubetes com plantas vivas), o fatorial foi com três fatores ($9 \times 4 \times 5$), nove substratos conforme Tabela 1, quatro regimes de irrigação (50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários determinados) e cinco épocas (15, 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura). Para as variáveis associadas às características das plantas (altura de plantas e número de folhas por planta), o fatorial foi com três fatores ($9 \times 4 \times 4$), nove substratos conforme Tabela 1, quatro regimes de irrigação (50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários determinados) e quatro épocas (29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura).

Foram utilizados tubetes de plástico preto, em forma de cone com capacidade individual de aproximadamente 74 cm^3 . Os tubetes foram apoiados em bandejas de poliestireno perfuradas. Em cada bandeja foram colocados 96 tubetes, correspondendo a três tratamentos de 32 tubetes cada um.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.), idades das plantas (épocas), regimes de irrigação e variáveis químicas do solo, de acordo com os procedimentos do STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS INSTITUTE, 1999).

3. Componentes dos substratos

Os substratos pesquisados foram nove, sendo dois tipos de solos com características expressas nas tabelas 01, 02 e 03, seis misturas de diferentes porcentagens de solo e R.S.O.U. e um constituído de R.S.O.U. puro (quadro 01). Os solos foram coletados no Campus da UNESP de Jaboticabal e o R.S.O.U. na cidade de Jaboticabal.

3.1. Solos

A coleta foi feita na área do Campus da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (UNESP), sendo um de classe textural argilosa, latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e outro de classe média, latosolo vermelho distrófico (solo B), (SANTOS, 2006). Os solos foram coletados, retirando-se previamente da superfície o material orgânico solto. A seguir cavou-se uma trincheira de altura uniforme, de trinta centímetros de profundidade, por comprimento definido de acordo com a necessidade da quantidade de solo necessária à pesquisa. Toda a terra foi retirada da trincheira e homogeneizada.

Após homogeneização, tres sub amostras de cada solo foram retiradas, compondo uma amostra de cada solo, que foram submetidas à análises (Tabelas 1, 2, e 3).

Todas as análises foram feitas no laboratório de solos e plantas do Departamento de Solos e Adubos da FCAVJ-UNESP.

Tabela 1. Resultados das análises Químicas dos Solos – de Rotina.

Solos	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
	CaCl ₂	gdm ⁻³	resina mgdm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----						%
A	6,0	21	43	1,5	34	30	20	65,5	85,5	77
B	4,4	15	15	1,6	12	5	38	18,6	56,6	33

pH (potencial hidrogeniônico); MO (matéria orgânica); P (fósforo); K (potássio); Ca (cálcio); Mg (magnésio); H+Al (ácides potencial); SB (saturação de bases); T (capacidade de troca catiônica total); V (saturação por bases).

Solo A (latosolo vermelho eutroférico argiloso); Solo B (latosolo vermelho distrófico).

Tabela 2. Resultados das análises Químicas dos Solos – Micronutrientes.

Solos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----mgdm ⁻³ -----				
A	0,13	1,4	6,0	7,4	0,6
B	0,13	0,4	14,0	5,5	0,3

B (boro); Cu (cobre); Fe (ferro); Mn (manganês) e Zn (zinco)

Solo A (latosolo vermelho eutroférico argiloso); Solo B (latosolo vermelho distrófico).

Tabela 3. Resultados das análises Granulométricas dos Solos.

Solos	Granulometria (mm)							Total
	<0,002	0,002 a 0,050	0,050 a 0,105	0,105 a 0,250	0,250 a 0,500	0,500 a 1,000	1,000 a 2,000	
A	530	230	60	110	60	10	0	240
B	250	70	70	350	220	40	0	680

Solo A (latosolo vermelho eutroférico argiloso); Solo B (latosolo vermelho distrófico).

3.2 Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.)

O R.S.O.U. foi obtido a partir de múltiplas coletas aleatórias feitas durante os descarregamentos do Resíduo Sólido Urbano (R.S.U.), no aterro sanitário da cidade de Jaboticabal. No momento da coleta o material orgânico foi separado dos demais materiais.

O R.S.O.U. foi acondicionado em recipientes para se obter os volumes (m^3) e as massas (kg). Os volumes foram calculados por intermédio das medidas obtidas com régua graduada em centímetros, a última sob compactação de 130 gcm^{-2} (obtida por pressão manual, com a finalidade de se reduzir o volume sem o uso de qualquer equipamento). As massas foram obtidas utilizando-se de balanças mecânicas convencionais, com capacidade de 15 quilos, graduada em gramas.

O R.S.O.U. foi colocado em bandejas e levado à estufa com aeração forçada e renovação de ar, à temperatura de 70°C , até adquirir massa (em quilogramas) constante (após três pesagens, uma a cada 24 horas).

Após secagem, as amostras foram misturadas, trituradas em triturador de grãos, equipado com peneira de furo redondo com diâmetro de dois milímetros e homogeneizadas.

Novamente foram obtidos os volumes e massas do R.S.O.U. seco, seco e triturado e, seco triturado e compactado, para se conhecer as reduções conseguidas.

Concluído o preparo, o R.S.O.U. foi submetido a análises químicas e granulométrica. Todas as análises foram feitas no laboratório de solos e plantas do Departamento de Solos e Adubos da FCAVJ-UNESP.

Os resultados obtidos encontram-se nas Tabelas 4, 5 e 6.

Tabela 4. Resultados das análises Químicas do R.S.O.U.

pH	MO	P	K	Ca	Mg	H + Al	SB	T	V
CaCl ₂	gdm ⁻³	resina mgdm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----				%		
6,0	193	310	45,0	250	50	22	345,0	367,0	94

pH (potencial hidrogeniônico); MO (matéria orgânica); P (fósforo); K (potássio); Ca (cálcio); Mg (magnésio); H+Al (ácides potencial); SB (saturação de bases); T (capacidade de troca catiônica total); V (saturação por bases).

Tabela 5. Resultados das análises Químicas do R.S.O.U. – Micronutrientes

B	Cu	Fe	Mn	Zn
-----mgdm ⁻³ -----				
8,86	0,9	9,0	7,9	4,1

B (boro); Cu (cobre); Fe (ferro); Mn (manganês) e Zn (zinco)

Tabela 6. Resultados das análises Granulométricas do R.S.O.U.

R.S.O.U.	Granulometria (mm)							Total
	<0,002	0,002 a 0,050	0,050 a 0,105	0,105 a 0,250	0,250 a 0,500	0,500 a 1,000	1,000 a 2,000	
	130	410	130	150	130	10	40	460

R.S.O.U. (Resíduo Sólido Orgânico Urbano)

4. Recipientes de semeadura

Foram utilizados tubetes de plástico preto, em forma de cone, medindo 125 mm de altura e 27 mm de diâmetro na parte superior, com capacidade individual de aproximadamente 74 cm⁻³, perfurados na extremidade inferior. Os tubetes foram apoiados em bandejas de poliestireno perfuradas, medindo 582 mm de comprimento por 383 mm de largura, na parte superior, e, 626 mm de comprimento, por 420 mm de largura, na parte inferior, por 160 mm de altura. Em cada bandeja foram colocados 96 tubetes, correspondendo a três tratamentos de 32 tubetes cada um.

5. Água e material de irrigação

Para as irrigações realizadas, a quantidade de água a ser aplicada foi calculada a partir da leitura diária do tanque classe A. Foi utilizada água de poço convencional, tipo cisterna, retirada por meio de bomba elétrica e tubulação de plástico.

A água utilizada foi previamente analisada e os resultados encontram-se nas Tabelas 7 e 8. As irrigações manuais foram efetuadas utilizando-se regador manual com capacidade de 10 litros, prática adotada nos viveiros comerciais de mudas. A quantificação da água utilizada foi feita com medidores de um litro, sendo um deles graduado em mililitros.

Tabela 7. Resultados das análises da água.

Temperatura	cor	pH	turbidez	nitrogênio amoniacal	nitrogênio nitrato
°C	mg PtL ⁻¹	CaCl ₂		-----mgL ⁻¹ -----	
25,5	20,0	4,5	10,9	0,10	27,9

pH (potencial hidrogeniônico)

Tabela 8. Resultados das análises de macro, micronutrientes e alguns íons metálicos pesados da água.

K	Ca	Mg	Mn	Pb	Zn	Cu	Ni	Cd	Cr	Fe
-----gdm ⁻³ -----										
0,03	0,075	0,075	18	10	28	0,5	3,5	0	1	16

K (potássio); Ca (cálcio); Mg (magnésio); Mn (manganês); Pb (chumbo); Zn (zinco); Cu (cobre); Ni (níquel); Cd (cadmium); Cr (cromo); Fe (ferro).

6. Substratos

Os substratos foram constituídos de solo, mistura em volume, em diferentes porcentagens de solo com R.S.O.U. e R.S.O.U. puro, conforme Tabela 9.

6.1 Análise química de rotina, de micronutrientes e física (granulométrica)

Concluído o preparo dos substratos, os mesmos foram submetidos a análises químicas de rotina, de micronutrientes e análise granulométrica. Todas as análises foram feitas no laboratório de solos e plantas do Departamento de Solos e Adubos da FCAVJ-UNESP.

Os resultados obtidos encontram-se nas Tabelas 10, 11 e 12.

Tabela 9. Composição dos substratos.

SUBSTRATOS	COMPOSIÇÃO
1	Solo A
2	Solo B
3	Mistura de 80% de solo A e 20% de R.S.O.U.
4	Mistura de 80% de solo B e 20% de R.S.O.U.
5	Mistura de 60% de solo A e 40% de R.S.O.U.
6	Mistura de 60% de solo B e 40% de R.S.O.U.
7	Mistura de 20% de solo A e 80% de R.S.O.U.
8	Mistura de 20% de solo B e 80% de R.S.O.U.
9	Resíduo Sólido Orgânico Urbano Puro

R.S.O.U. – Resíduo Sólido Orgânico Urbano.

Solo A (latosolo vermelho eutroférico argiloso); Solo B (latosolo vermelho distrófico).

Tabela 10. Resultados das análises Químicas dos Substratos – Rotina.

Substr.	pH resina CaCl ₂	MO gdm ⁻³	P mgdm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al -----mmol _c dm ⁻³ -----	SB	T	V
										%
1	6,0	21	43	1,5	34	30	20	65,5	85,5	77
2	4,4	15	15	1,6	12	5	38	18,6	56,6	33
3	6,1	57	91	14,0	60	40	20	114,0	134,0	85
4	5,6	45	212	17,0	63	18	28	98,0	126,0	78
5	6,1	82	136	25,0	160	40	20	225,0	245,0	92
6	5,8	78	152	26,0	88	30	22	144,0	166,0	87
7	6,2	166	330	49,0	340	80	20	469,0	489,0	96
8	6,0	146	290	49,0	270	60	22	379,0	401,0	95
9	6,0	193	310	45,0	250	50	22	345,0	367,0	94

pH (potencial hidrogeniônico); MO (matéria orgânica); P (fósforo); K (potássio); Ca (cálcio); Mg (magnésio); H+Al (acides potencial); SB (saturação de bases); T (capacidade de troca catiônica total); V (saturação por bases).

Tabela 11. Resultados das análises Químicas dos Substratos – Micronutrientes

Substr.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----mgdm ⁻³ -----				
1	0,13	1,4	6,0	7,4	0,6
2	0,13	0,4	14,0	5,5	0,3
3	0,72	1,5	12,0	9,5	1,6
4	0,86	0,5	18,0	9,1	1,6
5	1,35	1,5	14,0	9,6	2,5
6	1,38	0,6	17,0	9,0	2,4
7	4,92	1,3	14,0	9,3	3,8
8	5,53	0,8	18,0	8,5	3,4
9	8,86	0,9	9,0	7,9	4,1

B (boro); Cu (cobre); Fe (ferro); Mn (manganês) e Zn (zinco)

Tabela 12. Resultados das análises Granulométricas dos Substratos preparados para a pesquisa.

Substr.	Granulometria (mm)							Total
	<0,002	0,002 a 0,050	0,050 a 0,105	0,105 a 0,250	0,250 a 0,500	0,500 a 1,000	1,000 a 2,000	
1	530	230	60	110	60	10	0	240
2	250	70	70	350	220	40	0	680
3	480	340	40	80	50	10	0	180
4	270	150	80	290	150	40	20	580
5	440	300	30	110	80	30	10	260
6	270	150	50	270	200	50	10	580
7	290	280	50	150	110	60	60	430
8	190	280	40	250	170	60	10	530
9	130	410	130	150	130	10	40	460

7. Curva de retenção de água nos substratos

Foram determinadas as curvas características de água nos nove substratos utilizados na pesquisa (Tabela 9). As amostras foram acondicionadas em anéis de metal com 4,9 cm de altura e 5,0 cm de diâmetro interno, fechados na extremidade inferior com tecido, para sustentar o substrato e permitir bom contato com o exterior.

Os cilindros contendo os substratos foram emergidos em água e deixados por 24 horas, obtendo-se dessa forma a saturação dos substratos. Na seqüência foram

pesados em balança eletrônica, obtendo-se a massa, em quilogramas, denominado peso úmido (Pu).

A seguir os cilindros foram colocados um a um no equipamento denominado de placas de membranas de Richards. Sucessivamente aplicaram-se as pressões de 0,1; 0,3; 0,5; 1,0; 3,0; 5,0 e 15,0 atmosferas. Em cada pressão esperou-se até que a água entrasse em equilíbrio. Foram assim obtidas as massas, em quilogramas, em todas as pressões. Na seqüência as amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 105°C até atingirem massa constante, denominado de peso seco (Ps).

As porcentagens de água dos substratos (umidade base úmida em %) foram obtidas pela fórmula:

$$U \% = \left(\frac{Pu - Ps}{Pu} \right) \times 100$$

Com os dados obtidos, sem ajustes, obteve-se a curva característica de retenção de água de cada substrato (GALBIATTI, 1983), conforme Figura 1.

8. Semeadura

Foram utilizadas sementes de *Eucalyptus citriodora* Hooker. Esta variedade é originária da Austrália, e no Brasil se destaca como produtora de óleo utilizado em cosméticos e medicamentos. A produção desta variedade ocorre numa vasta região, em clima temperado, subtropical e tropical. Fortes geadas ou secas intensas prejudicam sensivelmente a planta. Prefere solos ricos, férteis e profundos.

Preferencialmente suas sementes devem ser semeadas em recipientes individuais, evitando a repicagem. Sugere-se como melhor época de produção de mudas, de junho a setembro, para serem plantadas no campo, no início do período chuvoso.

Procedeu-se ao enchimento manual dos tubetes com os substratos (Tabela 9). Na semeadura colocaram-se quatro sementes por tubete. Após a semeadura, as sementes foram cobertas com uma camada de 2 a 3 mm de solo peneirado, sobre o qual foi colocada uma camada de aproximadamente 0,5 cm de palha de arroz e

coberto, finalmente, com saco de aniagem ralo. Os sacos de aniagem foram retirados, assim que as plântulas começaram a emergir dos substratos.

Após quinze dias da semeadura, já concluído o processo germinativo, foi efetuado o desbaste, deixando-se apenas uma muda por tubete.

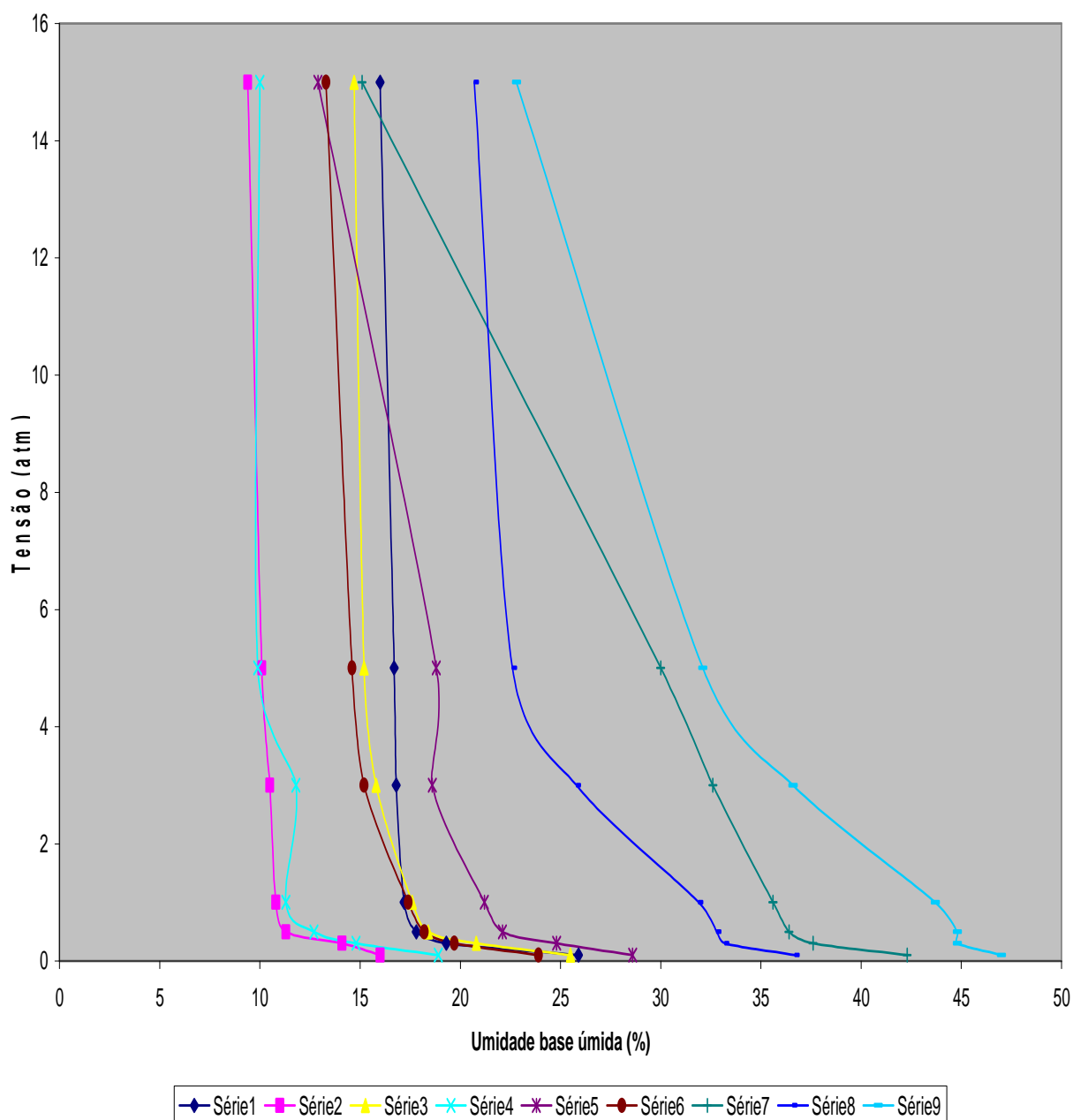


Figura 1. Curva característica de retenção de água nos substratos.

9. Irrigação

No início das atividades desenvolvidas no experimento, procedeu-se à análise da água de irrigação, obtida em cisterna, retirada com bomba e tubulação de plástico, com o objetivo de se conhecer suas características e possíveis influências. A determinação da temperatura foi feita com termômetro de mercúrio, com escala interna (MATHEUS et al., 1995). O potencial hidrogeniônico foi determinado com potenciômetro digital (Braile & Cavalcanti, 1979). Os dados referentes à cor, turbidez, nitrogênio amoniacal e nitrogênio nitrato foram obtidos com espectrofotômetro digital HACH DR/2000 (ADAMS, 1990 e APHA, 1995). Os resultados das análises encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7. Resultados das análises da água utilizada nos experimentos

Temperatura °C	cor mg PtL ⁻¹	pH	turbidez	nitrogênio amoniacal -----mgL ⁻¹ -----	nitrogênio nitrato
25,5	20,0	4,5	10,9	0,10	27,9

pH (potencial hidrogeniônico)

Também foram efetuadas as análise químicas para determinação de macro nutrientes, micronutrientes e alguns íons metálicos pesados. A quantificação dos teores de potássio, cálcio, magnésio, cobre Ferro, Manganês, Zinco, Cádmiu, chumbo e níquel, foram realizadas com a metodologia proposta por SARRUGE & HAAG, (1974). O teor de nitrogênio foi determinado de acordo com a metodologia da Official Methods of Analysis of Association of Official Chemists (A.O.A.C.), (1970). Os resultados obtidos encontram-se a Tabela 8.

Tabela 8. Resultados das análises de macro, micronutrientes e alguns íons metálicos pesados da água.

K	Ca	Mg	Mn	Pb	Zn	Cu	Ni	Cd	Cr	Fe
-----gdm ⁻³ -----										
0,03	0,075	0,075	18	10	28	0,5	3,5	0	1	16

K (potássio); Ca (cálcio); Mg (magnésio); Mn (manganês); Pb (chumbo); Zn (zinco); Cu (cobre); NI (níquel); Cd (cadmium); Cr (cromo); Fe (ferro).

São os seguintes os valores máximos permitidos de acordo com a Portaria 518/04 de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde para a água distribuída para a população (Tabela 13).

Tabela 13. Valores de análise de água distribuída à população de acordo com a portaria 518 de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde.

Temperatura °C	cor mg PtL ⁻¹	pH	turbidez	amônia	sulfato	sulfeto	ferro	alumínio	cloreto
-	15,0	6,0/9,5	5	10,9	250	0,05	0,3	0,2	250

pH (potencial hidrogeniônico)

Tabela 13 (cont). Valores de análise de água distribuída à população de acordo com a portaria 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde.

Gosto odor	cloro livre	dureza	floreto	manganês	sódio	sólidos dissolvidos totais	sulfactantes	zinco
não objetável	0,025	500	1,5	0,1	200	1.000	0,5	5

Após o enchimento dos tubetes, já colocados nos devidos tratamentos e repetições, procederam-se à irrigação até que ocorresse saturação e a água começasse sair pela extremidade inferior dos tubetes. Após, foi feita a semeadura e durante 30 dias efetuaram-se regas diárias com 100% do valor diário determinado, avaliado pelo método do tanque classe A. No trigésimo primeiro dia após a semeadura, os substratos novamente receberam água até saturar o substrato e percolar. No dia seguinte foi iniciada a irrigação controlada. Para a irrigação, utilizou-se regador de 10 litros e medidores de um litro, sendo um deles graduado em mililitros. Foram avaliados os efeitos da irrigação pelo método do Tanque Classe A, em regimes de 50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários determinados.

Diariamente, na estação meteorológica da F.C.A.V.J. - UNESP foi efetuada a leitura da evaporação do tanque classe A, em milímetros. Do valor lido, foi subtraído o valor da leitura da precipitação pluviométrica das últimas 24 horas. O valor encontrado foi multiplicado pelo Kp (coeficiente de tanque) igual a 0,75 (ANDRÉ & VOLPE, 1982) e aplicadas as porcentagem de 50%, 75%, 100% e 130% referentes aos regimes de

irrigação aplicada. Procedeu-se ainda ao acréscimo de 10% nos valores encontrados, calculado com base na área que recebeu irrigação que não atingiu o substrato, encontrando-se assim, os valores finais utilizados nas irrigações.

10. Plantas

10.1 Número de tubetes com plantas vivas

Foram efetuadas cinco contagens do número de tubetes com plantas vivas, nas seguintes épocas: aos 15, 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.). Os dados foram coletados aleatoriamente em 10 dos 32 tubetes de todas as repetições de todos os tratamentos.

10.2 Altura de plantas

A altura média em milímetros (mm) foi obtida nas seguintes épocas: aos 29, 41, 53 e 79 d.a.s., em dez plantas de todas as repetições, de todos os tratamentos, considerando-se a altura da base da planta à extremidade da folha que atingiu a maior distância da base da planta, medida com o auxílio de réguas graduadas em milímetros.

10.3 Número de folhas por planta

Aos 29, 41, 53 e 79 d.a.s. foram feitas as amostragens para se determinar o número médio de folhas por planta. Foram contadas as folhas de dez plantas de todas as repetições de todos os tratamentos.

11. Tratos culturais

A área do experimento foi mantida isenta de plantas daninhas por arranquio manual dentro dos tubetes, e com capinas manuais nas imediações das bandejas (suporte dos tubetes), no início da emergência. Nenhum defensivo químico foi utilizado, seja para o controle de plantas daninhas, ou pragas e doenças.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A compostagem é praticada desde a antiguidade, principalmente pelos orientais, com técnicas artesanais, e o composto orgânico obtido empregado na produção de cereais.

Somente após 1920, Sir Albert Howard desenvolveu o processo Indore, na Índia, definindo procedimentos para o estudo da fermentação de resíduos sólidos, resultando na utilização de leiras sobre o solo.

Uma série de outros processos foi surgindo: em 1922, Giovanni Beccari reduziu o período de fermentação de 180 para 40 dias; em 1929, Jean Bordoim propôs modificações no processo de Beccari; em 1932, o holandês Van Manhen propôs modificações no processo de Albert.

A partir de então, surgiram inúmeros processos: Dunfries, Windrow, Dano, Frazer-Eweson, Riker, Jensey, Earp-Thomas, Triga, Knnen, Prat, Nusoli, dentre outros. O avanço tecnológico permite que muitos dos atuais sistemas instalados sejam totalmente operados e controlados por computadores.

Ocorre, contudo que o geométrico e irresponsável aumento da população, toma por vezes extensas regiões e gerando milhares de toneladas de lixo, dentre este, até setenta por cento de “lixo orgânico” que preferimos chamar de Resíduo Sólido Orgânico Urbano, ou simplesmente R.S.O.U., torna inexecutável e ultrapassado qualquer processo de compostagem hoje existente.

Está se tornando necessária uma solução imediata de utilização dos resíduos coletados e o subsequente encaminhamento para utilização final devolvendo-os para a natureza, de onde geralmente saíram.

O Resíduo Sólido Urbano (R.S.U.) seria dividido em Resíduo Sólido Inorgânico Urbano (R.S.I.U.) reciclável, voltando para as fábricas de origem para serem novamente

utilizados. O Resíduo Hospitalar (R.H.) seria incinerado e as cinzas desinfetadas espalhadas por regiões sem uso agrícola. O Resíduo Inerte (R.I.) seria reusado com tecnologia própria no mesmo lugar de origem e o **Resíduo Sólido Orgânico Urbano** (R.S.O.U.), com a presente pesquisa, nos conduz para a possibilidade de, passando por um processo apropriado, no futuro, seja utilizado na agricultura, horas depois da coleta. O uso imediato à coleta, do resíduo sólido orgânico urbano, sem a prática da compostagem, submetendo-o a dessecação, trituração e aplicação no solo, pode ser a solução para a eliminação da contaminação do lençol freático proporcionada pelo acúmulo desse material de forma concentrada, quer seja a céu aberto, quer seja em lixões ou aterros sanitários, ou na prática da compostagem.

Assim sendo, não existiriam mais locais de deposição de lixo (termo hoje utilizado), mas sim coleta e destinação para uso imediato de todo o R.S.U.

1. Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.)

Os resultados obtidos na coleta, secagem, trituração e compactação do R.S.O.U. encontram-se na Tabela 14.

Tabela 14. Peso e volume do resíduo sólido orgânico urbano.

R.S.O.U.	Peso (kg)	%	Volume (m ³)	%
R.S.O.U. coletado	59,240	100,00	0,108436	100,00
R.S.O.U. seco	9,100	15,36	0,058643	54,08
R.S.O.U. seco e triturado	9,100	15,36	0,021180	19,53
R.S.O.U. seco, triturado e compactado	9,100	15,36	0,014599	13,46
R.S.O.U. (Resíduo Sólido Orgânico Urbano)				

Analisando-se os dados observa-se:

O peso do R.S.O.U. coletado foi reduzido para 15,36% quando seco, mantendo esse peso até a sua compactação. O volume foi reduzido para 54,08% quando seco, para 19,53% quando seco e triturado e para 13,46% quando seco triturado e compactado.

A redução do peso e volume do material seco foi expressiva, concordando com GORGATI (2000), o que sugere uma boa alternativa para a deposição do R.S.O.U. em aterros sanitários, aumentando sua vida útil, ou facilitando o acondicionamento para a comercialização.

A maior redução no volume ocorreu no R.S.O.U. seco, triturado e compactado, chegando a 86,54% do volume inicial. GORGATI (2000) obteve redução de até 60% em leiras de compostagem. Esta redução no volume é explicada pela grande perda de água por evaporação, pois o R.S.O.U. possui em torno de 80% de umidade, segundo GORGATI (2000), e pela compactação a 130 gm^{-2} .

2. Plantas

Considerando-se a interação entre o substrato e a idade de plantas (épocas), para número de tubetes com plantas vivas, quando se comparou as médias dos tratamentos por substrato dentro de época, (Tabela 15), verifica-se que até aos 41 d.a.s., apenas no substrato 9 aos 41 dias, diferenciou estatisticamente dos demais ao nível de 5% de probabilidade. O substrato 9, contudo, não diferiu estatisticamente até os 29 d.a.s. Aos 53 e 79 d.a.s., os substratos 7, 8 e 9 diferiram estatisticamente dos demais.

Tabela 15. Valores médios das variáveis referentes às análises de número de tubetes com plantas vivas, altura de plantas e número de folhas por planta, estudadas em cada substrato e época.

VARIÁVEIS	ÉPOCAS	SUBSTRATO								
		1(A)	2(B)	3(A)	4(B)	5(A)	6(B)	7(A)	8(B)	9(RSOU)
NÚMERO DE TUBETES	15	23,04aA	25,10aA	25,21aA	22,54aA	23,67aA	23,88aA	25,71aA	25,33aA	24,33aA
	29	23,50aA	24,92aA	26,08aA	23,04aA	23,96aA	24,42aA	27,17aA	26,38aA	25,71aA
COM PLANTAS	41	22,00aAB	23,13aAB	24,92aAB	21,46aAB	22,63aAB	22,96abAB	24,12aAB	23,79aAB	19,21bB
	53	20,42aA	22,21aA	23,38aA	19,96aA	20,92aA	19,88abA	13,54bB	13,58bB	3,50cB
VIVAS	79	19,17aA	21,54aA	22,42aA	18,71aA	19,21aA	17,92bA	10,71bB	8,88cB	1,92cC
ALTURA DE PLANTAS	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	29	39,86cBC	44,97dA	29,23dD	27,67dDE	24,74dDEF	23,89dEFG	21,78cFG	20,08dFG	19,45cC
	41	49,18bB	57,10cAB	41,27cC	40,68cC	32,86cD	31,26cED	28,03bcED	27,83cED	26,04bcE
	53	59,39bCD	69,16bB	53,84bD	51,87bDE	44,07bEF	41,23bFG	32,08bG	34,46bGH	28,80bH
	79	75,32aD	88,37aC	78,02aCD	72,91aDE	62,45aDE	60,90aEF	56,17aF	52,44aF	55,66aF
NÚMERO DE FOLHAS POR PLANTA	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	29	5,83bA	5,92cA	4,73cB	4,57bB	4,20cBC	3,86cC	3,83cC	3,69cC	3,68cC
	41	7,03aA	7,09cA	7,08bA	6,97aA	6,16bB	6,09bB	5,35bC	5,34bC	4,90bC
	53	7,37aBCD	7,65abBC	7,00bCD	7,30aBCD	6,76abCD	6,60bD	5,36bE	5,39bE	4,70bE
	79	7,64aB	7,98aB	7,80aB	7,57aB	7,40aB	7,65aB	7,23aB	6,99aB	7,24aB

Médias seguidas de mesma letra, na coluna (minúsculas) e na linha (maiúsculas) não diferem entre si pelo Teste de Tukey (5%).

(A) latosolo vermelho eutroférico argiloso.

(B) latosolo vermelho distrófico.

(RSOU) Resíduo Sólido Orgânico Urbano.

Analisando-se as figuras 2 e 3, observa-se um pequeno aumento linear no número de tubetes com plantas vivas, à medida que houve o aumento da dosagem de R.S.O.U., aos 15 e 29 d.a.s., podendo-se sugerir que a mistura de R.S.O.U. em qualquer das dosagens, não colaborou para a diminuição do número de tubetes com plantas vivas.

Doses de até 80% foram bem suportadas pelas plantas até aos 41 d.a.s.

A diminuição no número de plantas vivas começou a ocorrer aos 41 d.a.s., acentuando-se aos 53 e 79 dias, neste último, tendendo a zero. Para os substratos constituídos com o solo latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A), doses de até 40% de R.S.O.U. parecem não exercerem influência negativa, diminuindo o número de tubetes com plantas vivas. Nos substratos constituídos com o latosolo vermelho distrófico (solo B), a dosagem máxima para que o R.S.O.U. não influencie na vida das plantas, se situa próximo de 20%.

Como o material orgânico foi utilizado sem compostagem, sugere-se que, de acordo com KIEHL (1985), o composto orgânico estabilizado, é resultado de um processo controlado da decomposição bioquímica de materiais orgânicos transformados em um produto mais estável, utilizado como fertilizante.

Concordando com KIEHL (1985), GARCIA et al. (1992), que a influência negativa pode ocorrer pelo fato de não ter havido a estabilização do material orgânico antes do uso, corroborando com os resultados obtidos por GALBIATTI (1992), em que a matéria orgânica se apresenta em dois tipos: a ativa, que pode se decompor através do processo de fermentação e formar húmus e a inativa ou humificada, que não está mais sujeita a decomposição intensa.

Os resultados obtidos podem também ser comparados com as pesquisas de MURASHI (2008) que trabalhando com composto de lixo e poda de árvore na formação de substratos observou que a melhor composição foi de 20% de composto de lixo com 80 % de poda de árvore.

Da mesma forma, NOBILE et al. (2007) estudando doses crescentes de composto de lixo, concluíram que quantidades acima de 30% de composto de lixo

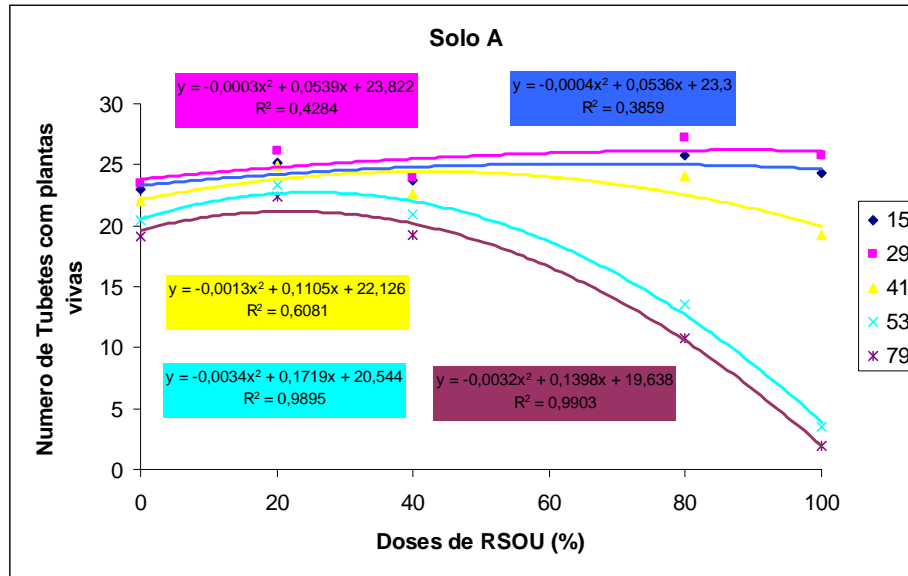


Figura 2. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latossolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e o número de tubetes com plantas vivas, determinadas aos 15, 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.)

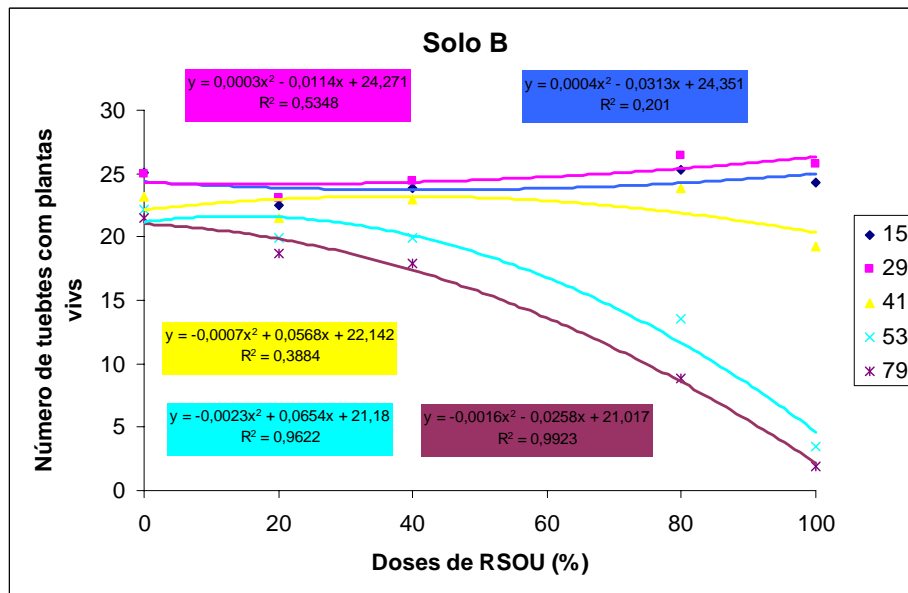


Figura 3. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latossolo vermelho distrófico (solo B) e o número de tubetes com plantas vivas, determinadas aos 15, 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).

urbano, em substratos, influenciam negativamente no desenvolvimento geral das plantas.

Para a variável “altura de plantas”, os dados foram coletados a partir dos 29 d.a.s., até os 79 d.a.s. A adição crescente de R.S.O.U. nos substratos 3 ao 9, apresentou um efeito negativo proporcional às quantidades utilizadas, entretanto, o crescimento foi homogêneo em todos os substratos, nas diferentes épocas e para os solos A e B (Tabela 15).

As Figuras 4 e 5 apresentam as regressões entre as doses de R.S.O.U. nos substratos, e a altura de plantas, em centímetros, determinadas aos 29, 41, 53 e 79 d.a.s. Observa-se que em todas as épocas avaliadas houveram diminuições da altura, à medida que se aumentou a dose de R.S.O.U., no entanto aos 41 e 79 dias, as curvas estão mostrando uma tendência de incremento.

Os resultados obtidos estão coerentes, pois segundo GARCIA et al. (1992), o lixo urbano pode afetar o desenvolvimento das plantas quando não for feita a compostagem, meio de estabilização da matéria orgânica.

As plantas estabelecidas no latossolo vermelho distrófico (solo B) puro, substrato 1, apresentaram em todas as épocas, alturas superiores às do latossolo vermelho eutroférico argiloso (solo A), substrato 2. Resultados inversos ocorreram com todos os demais substratos quando em mistura com R.S.O.U., exceto quando se comparou os substratos 7 e 8 aos 53 d.a.s. Os menores valores foram observados no substrato 9, exceto para o substrato 8, que apresentou menor valor que o substrato 9, aos 79 d.a.s.

Tendência semelhante, porém de menor intensidade, notou-se no número de folhas por planta (Tabela 15 e Figuras 6 e 7). Observa-se que ocorreram diferenças estatísticas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, entre a maioria das dosagens de R.S.O.U., diminuindo o número de folhas por planta, à medida da adição de maior porcentagem de R.S.O.U. Ressalta-se que não houve diferenças estatísticas entre as dosagens, para a avaliação efetuada aos 79 d.a.s.

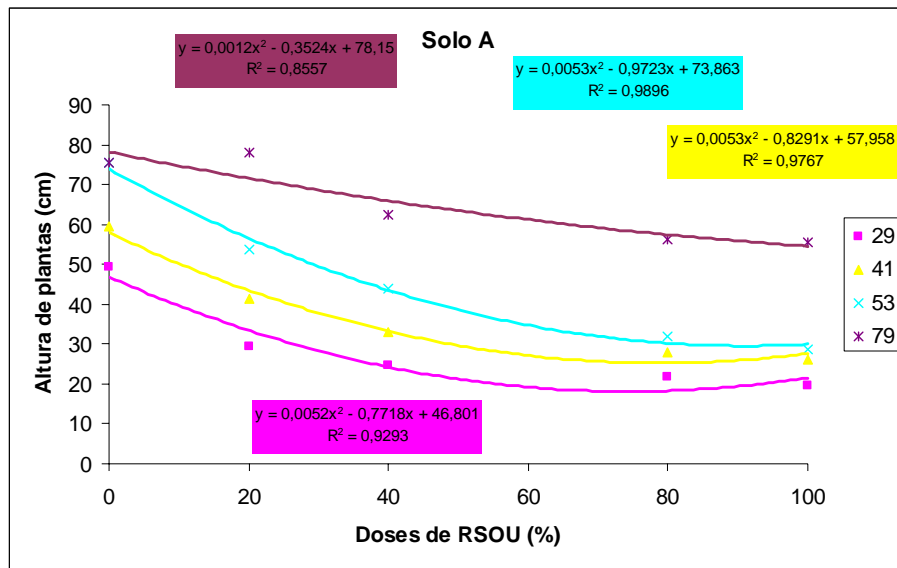


Figura 4. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e a altura de plantas em centímetros, determinadas aos 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).

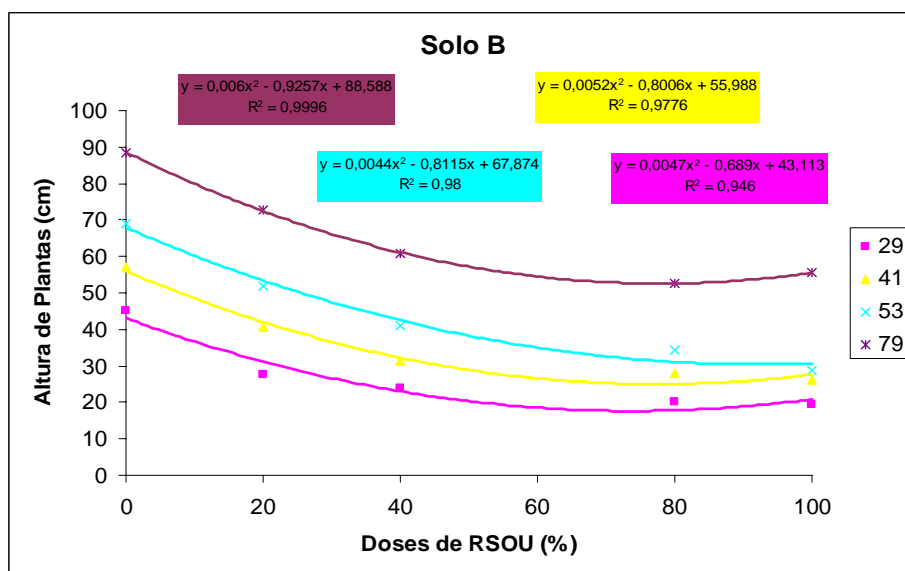


Figura 5. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e a altura de plantas, em centímetros, determinadas aos 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).

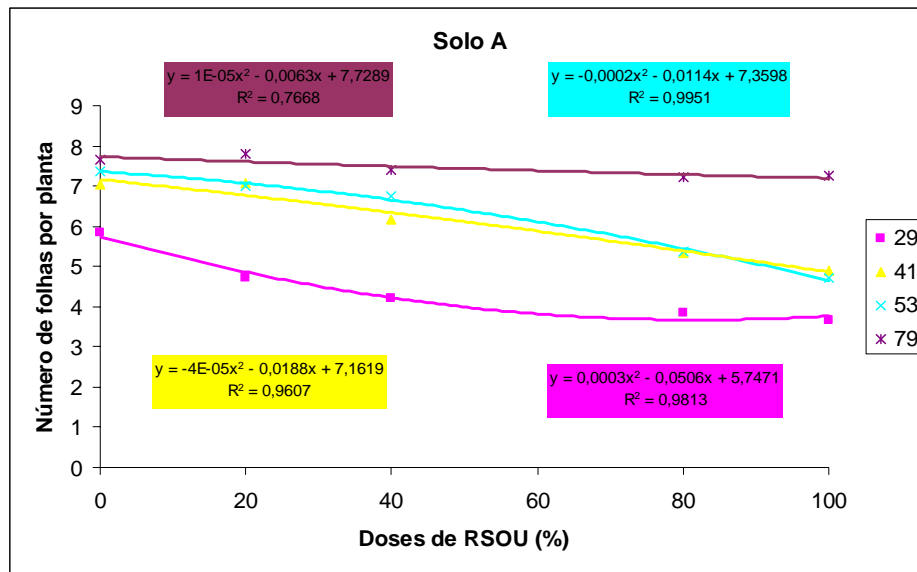


Figura 6. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférrico argiloso (solo A) e o número de folhas por planta, determinadas aos 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).

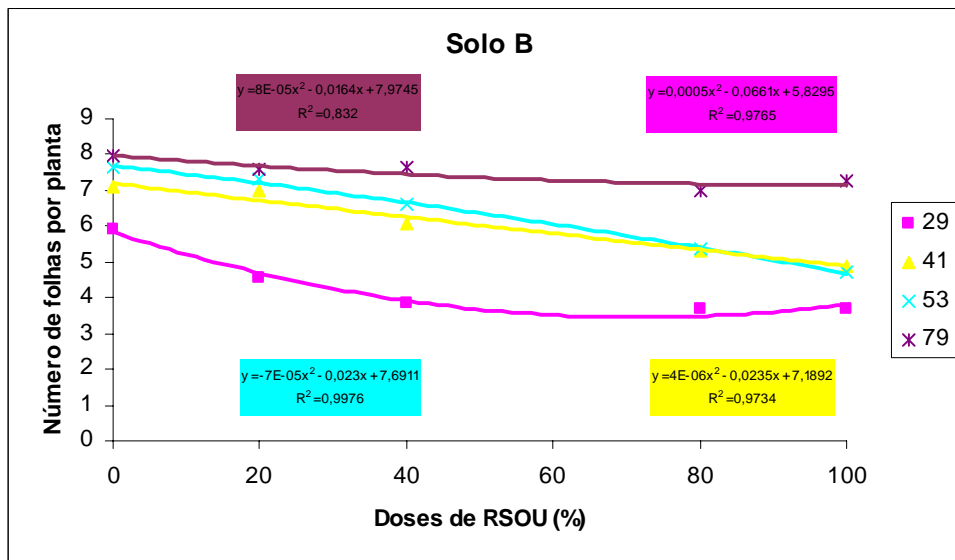


Figura 7. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e o número de folhas por planta, determinadas aos 29, 41, 53 e dias após a semeadura (d.a.s.).

Resultados semelhantes foram observados para os substratos que continham o latossolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e para os substratos que continham o latossolo vermelho distrófico (solo B). Sugere-se que as reações nos substratos ocorreram até os 53 d.a.s., ocorrendo a partir daí a estabilização e as reações negativas para as plantas.

Esses resultados podem ser relacionados ao fato de que, segundo GALBIATTI (1992), a matéria orgânica se apresenta em dois tipos, a ativa e a inativa; a matéria orgânica ativa pode se decompor através do processo de fermentação e formar o húmus, enquanto a matéria orgânica inativa ou humificada não está mais sujeita à decomposição intensa. A fração húmica age principalmente nas propriedades físicas e físico-químicas do solo, tornando-se fonte de nutrientes para as plantas.

Também HE & TRAINA, (1992) argumentaram sobre a maturidade do composto orgânico que pode ser uma limitação à recomendação e à comercialização e pode ser definida como o grau de estabilidade das propriedades físicas, químicas e biológicas. Considerando que o composto orgânico imaturo tem altas concentrações de ácidos orgânicos fitotóxicos segundo CHANYASAK et al., (1983b), eles podem causar danos ao sistema radicular. Os autores citados observaram redução na produção de nabo, aplicando 10 toneladas por hectare de composto orgânico de lixo imaturo. Além disso, HE & TRAINA, (1992) cita INBAR et al. (1990) sobre o composto orgânico com alta relação C/N causar imobilização do nitrogênio, levando à deficiência deste elemento no solo. Já o composto orgânico imaturo, com relação C/N baixa, pode causar toxicidade às culturas por excesso de amônia.

Justifica-se a presente pesquisa, por termos como objetivo o uso de R.S.O.U. sem compostagem, na agricultura, mais especificamente na produção de mudas, sendo para tanto necessário saber a porcentagem máxima que é possível utilizar sem que ocorra prejuízo para as plantas.

Dentro da interação entre substratos e regimes de irrigação (Tabela 16 e figuras 8 e 9), ao comparar-se o número de tubetes com plantas vivas nos diferentes substratos dentro dos quatro regimes de irrigação, verifica-se que no regime de 50% do valor diário determinado, avaliado pelo método do tanque classe A, o substrato 9

apresentou o menor número de tubetes com plantas vivas, embora não diferindo estatisticamente dos substratos 4, 7 e 8.

Tabela 16. Valores médios das variáveis referentes às análises de número de tubetes com plantas vivas, analisadas em cada substrato e regime de irrigação (RI).

VARIÁVEL	RI (%)	SUBSTRATO								
		1(A)	2(B)	3(A)	4(B)	5(A)	6(B)	7(A)	8(B)	9(RSOU)
Nº DE TUBETES COM PLANTAS VIVAS	50	22,63aA	22,53aA	22,17bA	20,67aAB	21,30aA	20,87aA	18,73aAB	18,97aAB	14,10aB
	75	23,00aAB	23,18aAB	26,03aAB	20,33aB	21,47aAB	22,05aAB	23,00aAB	20,30aB	14,07aC
	100	21,70aABC	24,20aAB	24,47abAB	20,43aAB	22,43aAB	23,13aAB	20,37aAB	19,67aBC	16,53aC
	130	19,17aAB	23,60aA	24,93abA	23,13aA	23,10aA	20,73aAB	18,97aAB	19,43aAB	15,03aB

Médias seguidas de mesma letra, na coluna (minúsculas) e na linha (maiúsculas) não diferem entre si pelo Teste de Tukey (5%).

(A) latosolo vermelho eutrófico argiloso.

(B) latosolo vermelho distrófico

(RSOU) Resíduo Sólido Orgânico Urbano

Nos substratos 1, 3, 7 e 8, os maiores números de tubetes com plantas vivas ocorreram no regime de irrigação de 75% do valor diário determinado, avaliado pelo método do tanque classe A, embora também não tenha havido diferença estatística entre os demais regimes de irrigação, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Nesse regime de irrigação o melhor resultado observado foi para o substrato 3, embora diferenciando estatisticamente apenas dos substratos 9.

Daí a importância de WUTKE et al. (2000) citados por LOPES, et al. (2004), terem afirmado que a adoção de técnicas racionais de manejo conservacionista do solo e da água, é de fundamental importância para a sustentabilidade, de tal forma que se possa, manter ao longo do tempo esses recursos com qualidade e quantidade suficientes para a manutenção dos níveis satisfatórios de produtividade.

Como importante componente da produção, VIEIRA (1994), citado por CARVALHO 2004, verificaram que a inadequada umidade do solo durante o cultivo de hortaliças, é a maior limitação, afetando o desenvolvimento. Torna-se, portanto necessário que, no plantio de uma cultura, já a partir das mudas, quando for o caso, se estude a quantidade de água a ser empregada, e somente o mínimo necessário, preservando assim os recursos naturais ao máximo.

Concordando com os autores, chegou-se ao resultado que torna possível a economia de água, sem alterar os resultados na produção com qualidade.

Ressalta-se ainda que CAIXETA & MIZUBUTI (1988) citados por CARVALHO (2004), mencionam que o controle adequado da irrigação proporcionará, ao médio prazo, a permanência do equilíbrio nas relações entre a ação humana e a natureza de forma a minimizar os efeitos de tal interação. Mencionam que o controle rigoroso na aplicação de água constitui fator de aumento na produtividade e melhoria na qualidade dos produtos.

Para o regime de irrigação de 100% do valor diário determinado, avaliado pelo método do tanque classe A, o substrato que melhor se comportou em relação ao número de tubetes com plantas vivas, foi o 3, embora tenha apenas diferido estatisticamente, do substrato 9, que não diferiu dos substratos 1 e 8.

O substrato 9 foi o que apresentou menor número de tubetes com plantas vivas no regime de irrigação de 130%, embora não diferindo estatisticamente dos substratos 1, 6, 7 e 8. Os substratos 1 ao 8 apresentaram igual resultado estatístico (Tabela 16). Entre os regimes de irrigação, apenas o substrato 3, com 50% do valor diário determinado, avaliado pelo método do tanque classe A apresentou diferença estatística dos demais.

Os resultados mostram que o aumento na quantidade de água aplicada, proporcionou maior número de tubetes com plantas vivas nos substratos 4 e 5 havendo portanto, uma relação direta entre os regimes de água e o número de tubetes com plantas vivas, embora sem diferença estatística. O efeito físico causado pela matéria orgânica no solo é muito importante para o desenvolvimento dos vegetais; segundo HENIN et al. (1976), seu efeito na melhoria da estrutura do solo constitui um fator positivo para o desenvolvimento das raízes. Esta melhoria está relacionada, também, com o regime de água, pois, melhorando a capacidade de infiltração, acelera o processo dinâmico da água no solo.

Analisando se as regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e o número de tubetes com plantas vivas, determinadas para os regimes de 50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários determinados, avaliados pelo método do tanque classe A, verifica-se o aumento no número de tubetes com plantas vivas. Para o uso de até 40% de R.S.O.U. no solo, em volume, para os regimes de irrigação de 50%, 75% e 100%. Para o regime de 130%, o decréscimo no número de tubetes com plantas vivas foi constante, acompanhando os aumentos das doses de R.S.O.U. Desta forma, quanto maior foi a dose utilizada, menor o número de tubetes com plantas vivas.

Quando analisamos as regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e o número de tubetes com plantas vivas, determinadas para os regimes de 50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários de irrigação determinados pelo método do tanque classe A, verifica-se o aumento modesto no número de tubetes com plantas vivas. Para o uso de até 20% de R.S.O.U. no solo, em volume, para o regime de

irrigação de 75%. Para os demais regimes o decréscimo no número de tubetes com plantas vivas foi constante, acompanhando os aumentos das doses de R.S.O.U. Desta forma, quanto maiores foram as doses utilizadas, menor o número de tubetes com plantas vivas.

A presente pesquisa está de acordo com BERNARDO, 1996 citado por CARVALHO et al., 2004, onde consideram que o uso da irrigação, a quantidade de água a aplicar e quando aplicar inserem-se em uma decisão a ser tomada com base no conhecimento das relações água-solo-planta-atmosfera. É necessário conhecer o comportamento de cada cultura em função das diferentes quantidades de água a ela fornecidas, a determinação das fases de seu desenvolvimento de maior consumo de água e os períodos críticos, quando a falta ou excesso provocariam quedas de produção.

O efeito da deficiência hídrica nos estádios de desenvolvimento das plantas foi estudado por FANCELLI & DOURADO-NETO, 2000, citados por GALBIATTI et al. 2004, onde observaram que é importante conhecer na planta, tanto no crescimento quanto no desenvolvimento, a translocação de fotoassimilados ligados à disponibilidade hídrica do solo.

Uma vez que a regionalização dos estudos sobre a relação entre queda de rendimento relativo e o déficit de evapotranspiração relativa, com teste dos fatores de resposta da produção ao déficit hídrico, foi recomendado por DOOREBOS & KASSAN (1994) e como são poucos os estudos com mudas abordando o melhor regime de irrigação a ser utilizado, a presente pesquisa cumpre o objetivo de oferecer subsídios para o uso racional da água na agricultura, onde é utilizada a maior porcentagem de água hoje consumida no mundo.

Nas análises da interação entre as épocas e os regimes de irrigação, a Tabela 17 representa os valores de tubetes com plantas vivas, altura de plantas e número de folhas por planta.

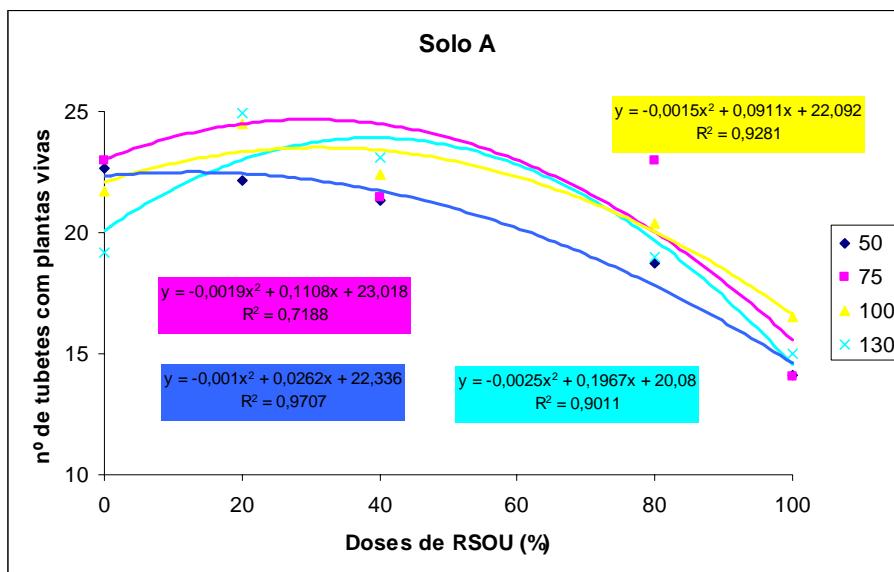


Figura 8. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e o número de tubetes com plantas vivas, determinadas para os regimes de 50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários de irrigação determinados pelo método do tanque classe A.

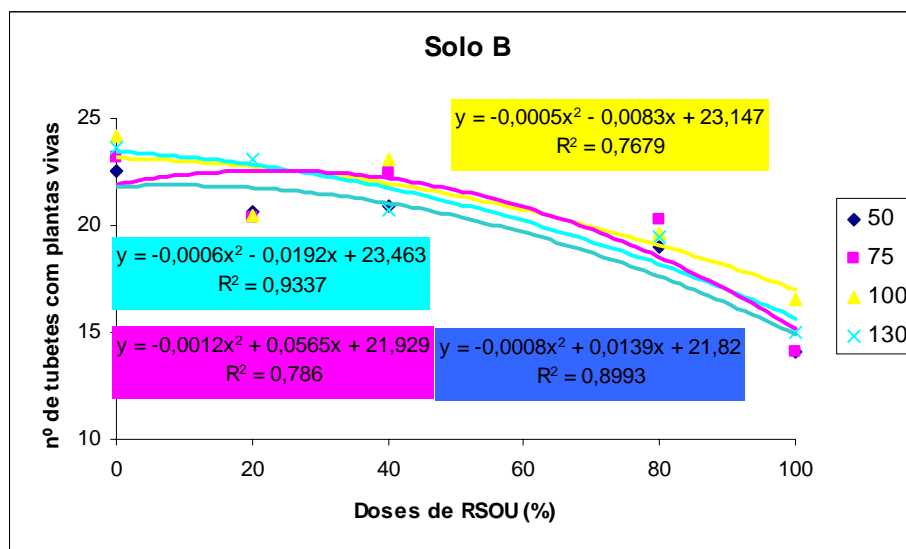


Figura 9. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e o número de tubetes com plantas vivas, determinadas para os regimes de 50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários de irrigação determinados pelo método do tanque classe A.

Uma vez que a regionalização dos estudos sobre a relação entre queda de rendimento relativo e o déficit de evapotranspiração relativa, com teste dos fatores de resposta da produção ao déficit hídrico, foi recomendado por DOOREBOS & KASSAN (1994) e como são poucos os estudos com mudas abordando o melhor regime de irrigação a ser utilizado, a presente pesquisa cumpre o objetivo de oferecer subsídios para o uso racional da água na agricultura, onde é utilizada a maior porcentagem de água hoje consumida no mundo.

Nas análises da interação entre as épocas e os regimes de irrigação, a Tabela 17 representa os valores de tubetes com plantas vivas, altura de plantas e número de folhas por planta.

Tabela 17. Valores médios das variáveis referentes às análises de número de tubetes com plantas vivas, altura de plantas e número de folhas por planta, estudadas em cada época e regime de irrigação (RI).

VARIÁVEIS	RI(%)	IDADES				
		15	29	41	53	79
Nº DE TUBETES COM PLANTAS VIVAS	50	24,21aA	24,59aA	21,71aA	16,00aB	13,92aB
	75	24,49aA	25,21aA	23,56aA	19,42aB	17,59aB
	100	24,68aA	24,80aA	22,97aA	19,35aB	17,26aB
	130	23,94aA	24,86aA	22,71aA	17,61aB	16,77aB
ALTURA DE PLANTAS	50	-	30,79aD	39,27aC	47,85aB	74,39aA
	75	-	31,09aD	42,20aC	52,01aB	76,10aA
	100	-	30,08aD	40,54aC	53,88aB	73,95aA
	130	-	30,19aD	38,92aC	50,88aB	79,10aA
NÚMERO DE FOLHAS POR PLANTA	50	-	4,74aC	6,33aB	6,64aB	7,72abA
	75	-	4,88aC	6,50aB	6,96aB	7,91abA
	100	-	4,60aD	6,28aC	7,11aB	8,34aA
	130	-	4,64aC	6,38aB	6,68aB	7,48bA

Médias seguidas de mesma letra, na coluna (minúsculas) e na linha (maiúsculas) não diferem entre si pelo Teste de Tukey (5%).

Destes resultados observa-se que, o número de tubetes com plantas vivas apresentaram diferenças estatísticas significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, a partir dos 53 d.a.s. Os menores resultados foram observados aos 79 dias, embora não diferindo estatisticamente dos valores obtidos aos 53 dias. Entre os regimes de irrigação em cada época não se observou diferença estatística.

Para a variável altura de plantas, o crescimento das mudas foi sempre positivo e homogêneo para todas as épocas e regimes de irrigação, demonstrado pelas diferenças estatísticas significativas entre todas as épocas, não ocorrendo diferenças entre os regimes e irrigação (Tabela 17).

Analisando-se o número de folhas por planta, a melhor uniformidade de crescimento verificou-se no regime de irrigação equivalente a 100% dos valores diários de irrigação determinados pelo método do tanque classe A.

Para os regimes equivalentes a 50%, 75% e 130% da evapotranspiração, houve paralisações do crescimento em número de folhas por planta, dos 41 aos 53 d.a.s. (Tabela 17). Entre regimes de irrigação, apresentou-se estatisticamente diferente, o regime de 130%, embora não diferisse estatisticamente dos regimes de 50% e 75% (Tabela 17).

De acordo com a regressão entre as idades das plantas (épocas) aos 15, 29, 41, 53 e 79 d.a.s. e o número de tubetes com plantas vivas, determinadas para os regimes de 50%, 75%, 100% e 130 % dos valores diários de irrigação determinados pelo método do tanque classe A (Figura 10), observa-se uma diminuição linear no número de tubetes com plantas vivas, para os regimes de 50% e 130 %. Resultados semelhantes foram obtidos para os regimes de 75% e 100%, onde a linearidade não foi perfeita.

Na Figura 11, encontra-se a regressão entre as idade das plantas (épocas) aos 29, 41, 53 e 79 d.a.s. e a altura de plantas, em centímetros, determinadas para os regimes de 50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários de irrigação determinados pelo método do tanque classe A. Nesse caso, o incremento na altura das plantas foi constante em todos os regimes de irrigação, com o aumento na idade das plantas (época).

Com relação às regressões entre as idade das plantas (época) aos 29, 41, 53 e 79 d.a.s. e o número de folhas por planta, determinadas para os regimes de 50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários de irrigação determinados pelo método do tanque classe A, o incremento no número de folhas foi constante e crescente no decorrer do aumento da idade das plantas (época). Na ordem crescente, o menor número de folhas

ocorreu no regime de irrigação de 130%, seguido pelo regime de 50%, depois 75%, e o maior número de folhas se deu no regime de irrigação de 100% dos valores diários de irrigação determinados pelo método do tanque classe A.

Constata-se novamente a importância de se conhecer através de pesquisa, a necessidade de água das plantas, em seus diferentes estádios de desenvolvimento, pois com os dados apresentados, o excesso de água foi prejudicial, com possibilidade de economia, sem prejudicar as plantas.

A irrigação por gotejamento pode ser uma forma precisa de uso de água na agricultura, o que foi comprovado por ERDEM et al. (2006) que obtiveram maior eficiência do uso da água no cultivo com a batata irrigada por gotejamento, comparada à irrigação por sulcos, na Turquia. A irrigação por sulcos, consome maior quantidade de água quando comparada com o gotejamento, corroborando os dados deste estudo, onde os resultados com o regime de 130% não foram superiores aos de menores regimes, confirmando que a maior quantidade de água não resultou nos melhores resultados.

É necessário observar atentamente a relação água x ar no solo. Segundo KLAR (1991), a composição do ar do solo se altera constantemente com a infiltração de água, com as mudanças da atmosfera em conexão com as flutuações diárias de temperatura, com a velocidade do vento, dentre outros. A razão de difusão de gases aumenta com a temperatura, sendo maior em solos de textura fina do que em solos de textura grosseira, isso quanto mais seco; porém, quanto mais úmido, a situação se inverte, isto é, a razão de difusão de gases é maior nos solos arenosos. Caso as trocas de oxigênio e gás carbônico forem interrompidas, os processos metabólicos das raízes das plantas serão prejudicados imediatamente. Trocas inadequadas de gases fazem decrescer o rendimento das plantas, mesmo sendo por um só dia, e causa sua morte, se prolongarem. A redução no crescimento das plantas pode ocorrer se o volume de poros do solo for menor que 10 a 15% do volume total desse solo, dependendo da cultura e de outros fatores. Em solos arenosos a infiltração de água é muito maior do que em solos argilosos, mas quanto à retenção, ocorre o contrário. Com a adição ou existência

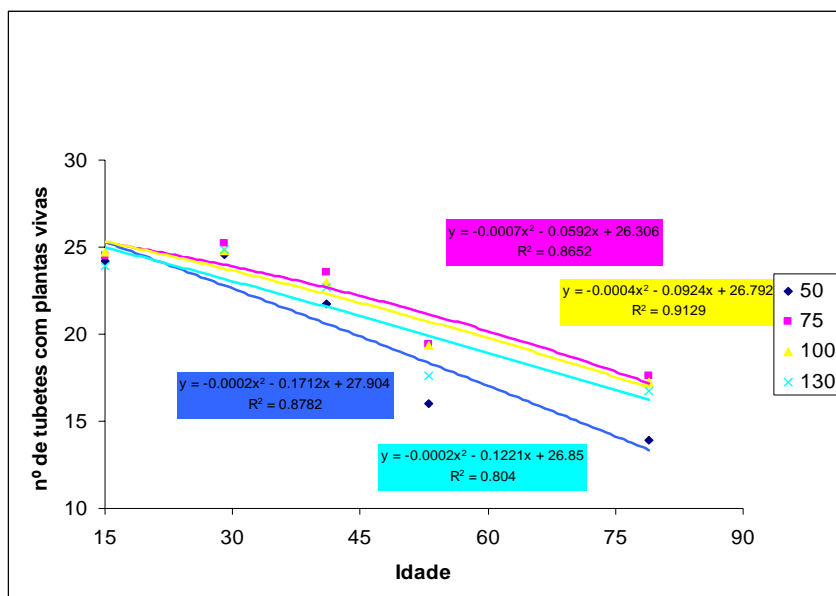


Figura 10. Regressões entre as idades das plantas (épocas) aos 15, 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.) e o número de tubetes com plantas vivas, determinadas para os regimes de 50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários de irrigação determinados pelo método do tanque classe A.

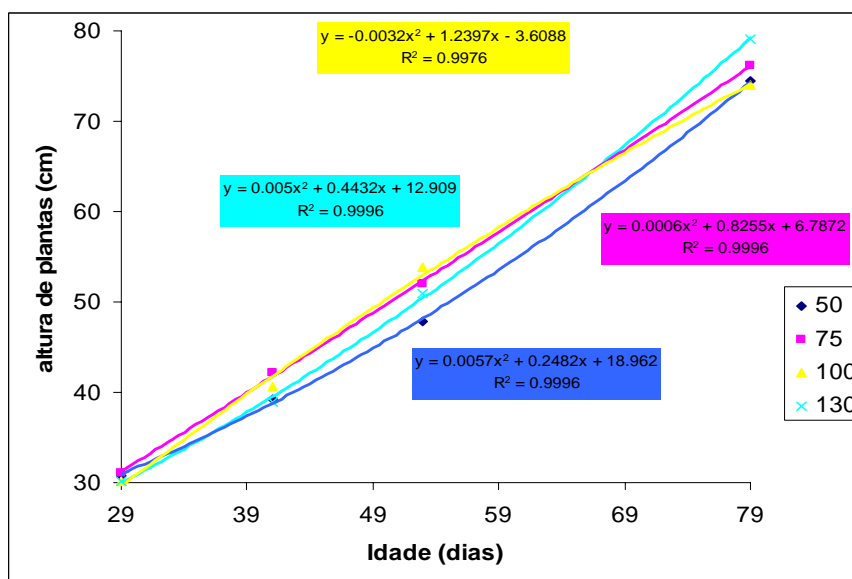


Figura 11. Regressões entre as idade das plantas (épocas) aos 15, 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.) e a altura de plantas, em centímetros, determinadas para os regimes de 50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários de irrigação determinados pelo método do tanque classe A.

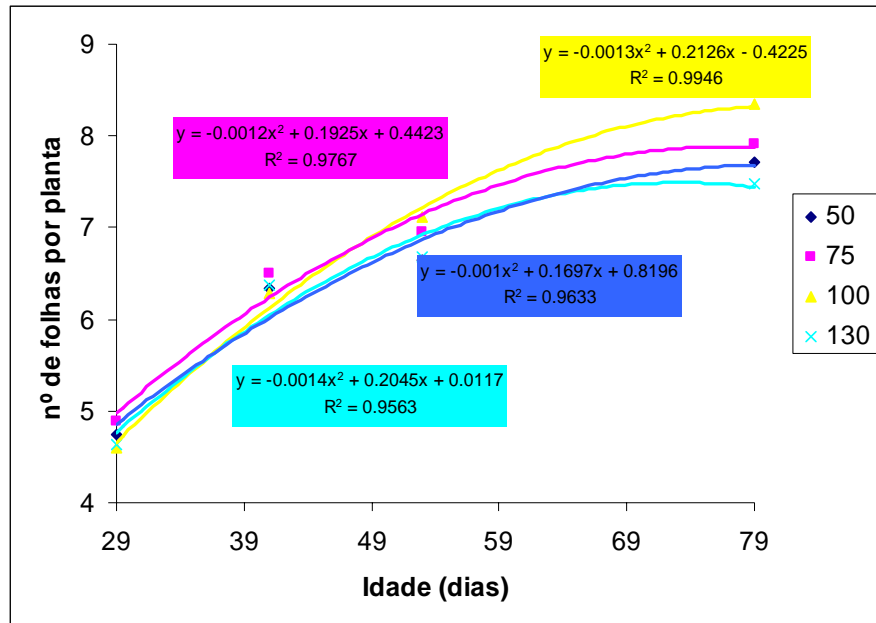


Figura 12. Regressões entre as idade das plantas (épocas) aos 29, 41, 53 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.) e o número de folhas por planta, determinadas para os regimes de 50%, 75%, 100% e 130% dos valores diários de irrigação determinados pelo método do tanque classe A.

de matéria orgânica a infiltração é favorecida nos horizontes onde atuam. A presença de raízes tende a aumentar a velocidade de infiltração.

Durante 12 anos no centro de pesquisa de Bordeaux, na França, em um solo tipo "Sandy Soil" em condições de irrigação, DELAS & MOLOT (1983) aplicaram diversos tipos de material orgânico (palha de trigo, casca de árvore, bagaço de uva, esterco bovino e colmos de milho), nas culturas de batata e milho, em doses equivalentes a 3 toneladas de carbono por hectare. Observaram que a adição de matéria orgânica no solo aumentou a água disponível e o teor de nutrientes no solo, com conseqüente aumento da produtividade. Observaram, ainda, que a razão da eficiência destes aditivos não ficou bem clara, embora possa ser explicada pelo fato do aumento da água disponível e a capacidade de troca de cátions sofrer enriquecimento do solo em matéria orgânica. O efeito dos diferentes resíduos foi semelhante, embora fosse variável o nível de enriquecimento do solo em matéria orgânica.

Com o objetivo de avaliar o efeito da incorporação de efluentes de biodigestor ao solo, sobre o potencial matricial da água no solo, a condutividade hidráulica em solo saturado e o desenvolvimento do feijoeiro, GALBIATTI et al. (1986) conduziram experimento em um Latossolo Vermelho Escuro – textura média, em área experimental da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal. Os resultados obtidos evidenciaram que a incorporação de efluente de biodigestor não afetou de modo claro o potencial matricial da água do solo a 20 e 40 cm de profundidade; a condutividade hidráulica em solo saturado foi afetada, aumentando seu valor; e a condição que mais beneficiou o desenvolvimento do feijoeiro e sua produtividade foi aquela em que se associou o efluente de biodigestor com metade de adubação mineral de semeadura.

O comportamento das plantas pode ser explicado, em parte, pela dinâmica dos nutrientes no solo, visto que o material orgânico adicionado ao mesmo, objeto desta pesquisa, resultou da transformação do R.S.O.U. “*in natura*” em material orgânico seco e triturado, **não compostado**, propositadamente, por se entender que num futuro próximo, não haverá tempo nem local para que isso aconteça, e o mundo não prescindirá uma solução ambientalmente satisfatória e sustentável, contrário à deposição hora praticada.

Tabela 18. Valores médios das variáveis referentes às análises de pH, Mo, P, K, Ca, Mg, H+Al, SB, T e V, dos substratos, estudados em cada época.

VARIÁVEL	ÉPOCA	SUBSTRATO								
		1(A)	2(B)	3(A)	4(B)	5(A)	6(B)	7(A)	8(B)	9(RSOU)
pH	0	6,00a	4,40c	6,10c	5,60c	6,10b	5,80b	6,20b	6,00b	6,00b
	41	6,30aDE	5,30Af	6,90aBC	6,45aC	7,10aAB	6,85aC	7,10aAB	7,10aAB	7,15aA
	79	6,20aDE	4,85Bf	6,65bBC	6,55bCD	7,10aA	6,95aB	7,15aA	7,25aA	7,30aA
MO	0	21,00a	15,00a	57,00a	45,00a	82,00a	78,00a	166,00a	148,00a	193,00a
	41	20,50aE	17,50Af	35,50bE	32,50bE	57,00bC	50,50bD	104,50bB	105,00bB	123,00bA
	79	20,00aEF	13,50Af	32,50cCDE	26,50cDEF	45,50cC	37,50cCD	102,50bB	91,50bB	123,50bA
P	0	43,00a	15,00a	91,00a	212,00a	136,00a	152,00a	330,00a	290,00a	310,00a
	41	47,50aB	22,00Ab	109,50aB	81,00bB	118,50aB	128,50aB	294,00aA	256,00bA	293,50aA
	79	42,00aCD	13,50Ad	89,50aCD	82,00bCD	170,50aBC	96,00aCD	295,50aAB	250,00bB	407,00aA
K	0	1,50b	1,60 ^a	14,00a	17,00a	25,00a	26,00a	49,00a	49,00a	45,00a
	41	4,90aDE	2,60Ae	9,50bCD	5,05bDE	15,25bDC	7,60bDE	17,25bAB	22,75bA	23,50bA
	79	3,50aBCD	1,50Ad	3,55cBCD	2,75cBCD	4,60cBCD	2,95bBCD	5,60cAB	5,25cABC	8,25cA
Ca	0	34,00ab	12,00ab	60,00a	63,00a	160,00a	88,00a	340,00a	270,00a	250,00a
	41	37,50aDE	17,00Ae	76,50aC	63,00aCD	162,50aB	98,00aC	250,00bA	237,50bA	275,00abA
	79	31,00bDE	10,00Be	60,00aDE	52,50bDE	124,50aC	79,00aCD	235,00bB	215,00bB	312,50aA
Mg	0	30,00a	5,00c	40,00a	18,00a	40,00a	30,00a	80,00a	60,00a	50,00a
	41	27,50aABCD	10,50AcD	42,50aABC	22,50aBCD	57,50aA	32,50aABCD	50,00bAB	55,00aA	52,50aAB
	79	25,00aB	8,00Bc	27,50bB	23,50aBC	35,00aAB	45,00aA	35,00bAB	35,00aAB	47,50aA
H + Al	0	20,00a	38,00a	20,00a	28,00a	20,00a	22,00a	20,00a	22,00a	22,00a
	41	16,00bCD	23,50Bab	12,00bCD	11,50bCD	11,00bD	11,00bD	10,50bD	13,00bD	12,50bCD
	79	17,00abBC	25,00Bab	13,00cDE	12,50bDE	11,50bDE	11,50bDE	10,50bE	9,50bE	9,00bE
SB	0	65,50a	18,60b	114,00ab	98,00a	225,00a	144,00a	469,00a	379,00a	345,00a
	41	69,90aCD	30,10Ad	128,50aC	89,05aCD	235,25aB	138,10abC	317,25bA	315,25abA	351,00aA
	79	59,50aDEF	19,50BF	91,05bDE	78,75bDEF	164,10aC	126,95bCD	275,60bB	255,25bB	368,25aA
T	0	85,50a	56,60a	134,00ab	126,00a	245,00a	166,00a	489,00a	401,00a	367,00a
	41	85,90aCD	53,60aD	140,50aC	100,55bCD	246,25aB	149,10bC	327,75bA	328,25bA	363,50aA
	79	76,50aDE	44,50bE	104,05bDE	91,25bDE	175,60aC	138,45bCD	286,10bB	264,75bB	377,25aA
V	0	77,00a	33,00b	85,00b	78,00b	92,00a	87,00b	96,00a	95,00a	94,00b
	41	81,50aC	56,00aD	91,50aAB	88,50aBC	95,50aAB	93,00aAB	97,00aA	96,00aAB	96,50aA
	79	77,50aC	44,00abD	87,50abB	86,50aB	93,00aAB	91,50aAB	96,50aA	96,50aA	98,00aA

Médias seguidas de mesma letra, na coluna (minúsculas) e na linha (maiúsculas) não diferem entre si pelo Teste de Tukey (5%). pH (potencial hidrogeniônico); MO (matéria orgânica); P (fósforo); K (potássio); Ca (cálcio); Mg (magnésio); H+Al (ácidos potencial); SB (saturação de bases); T (capacidade de troca catiônica total); V (saturação por bases). (A) Solo latossolo vermelho eutroférrico argiloso. (B) Solo latossolo vermelho distrófico. (RSOU) Resíduo Sólido orgânico Urbano.

Sugere-se que, dos solos utilizados, o Latosolo Vermelho eutroférico argiloso (solo A), por apresentar mais cargas negativas ou por apresentar melhor nível de fertilidade no início do experimento que o Latosolo Vermelho distrófico (solo B), sofreu menor alteração (Tabela 18).

Os valores de pH (Tabela 17) aumentaram progressivamente com as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.), adicionados aos solos nos tratamentos, e quando utilizado puro, como é o caso do substrato 9, atingindo os maiores valores, embora não diferindo estatisticamente dos substratos 8 ao 5. Neste contexto, o substrato 6, aos 41 dias após a semeadura (d.a.s.), diferiu dos demais.

Na Figura 13, observa-se que doses crescentes de R.S.O.U. de até 70%, no solo Latosolo Vermelho eutroférico argiloso (solo A), contribuíram positivamente para o aumento do pH, até aos 41 d.a.s, sendo que doses maiores implicaram na diminuição do pH. Curva semelhante ocorreu com medição aos 79 d.a.s., porém sem declínio no valor do pH, mesmo quando aplicada dosagens de até 100% de R.S.O.U.

Nos substratos obtidos com o Latosolo Vermelho distrófico (solo B), vemos na Figura 14, que a dosagem máxima de R.S.O.U. possível para a obtenção do máximo valor de pH, foi de 80%. Esse efeito no pH do solo, pode ser atribuído à presença de ânions orgânicos solúveis ($R-COO^-$ e $R-O^-$) em resíduos orgânicos, que, ao serem liberados, podem adsorver H^+ da solução do solo por meio de reação de troca, envolvendo, principalmente, íons Ca^{2+} . Quando oxidados, os compostos originados liberam CO_2 e H_2O , diminuindo, assim, a acidez do solo. OLIVEIRA et al. (2002) citam as seguintes teorias para explicar o efeito corretivo do composto de lixo: presença de humatos alcalinos no composto; produção de OH^- , quando o oxigênio da solução do solo atua como receptor de elétrons provenientes da oxidação microbiana do carbono orgânico do resíduo; consumo de H^+ e complexação de H^+ e Al^{3+} pelo composto. Aumentos no pH de solos tropicais foram também verificados por MANTOVANI et al. (2005) e NOBILE (2005) devidos à aplicação de adubos orgânicos e resíduo do processamento de bauxita, respectivamente, foram diretamente proporcionais à capacidade desses materiais em consumir H^+ , e que essa característica está relacionada com o total de bases fortes (CaO e $CaCO_3^-$) presente nos resíduos.

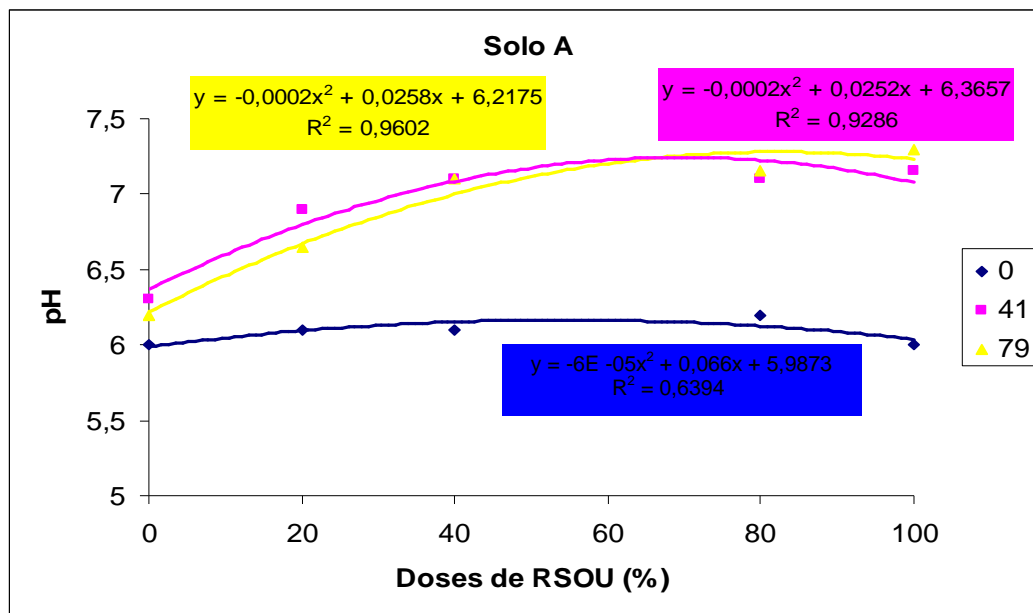


Figura 13. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e o Potencial Hidrogeniônico (CaCl_2), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

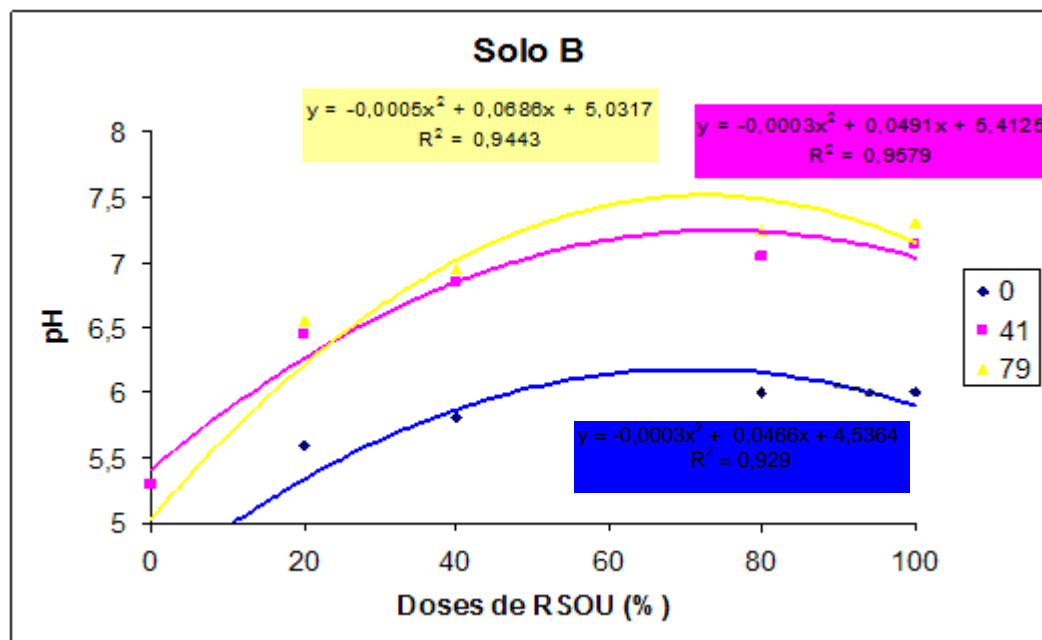


Figura 14. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e o Potencial Hidrogeniônico (CaCl_2), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

Quanto a Matéria Orgânica, observou-se comportamento semelhante ao do pH, obtendo-se os maiores valores no substrato 9, que diferenciou estatisticamente dos demais substratos. Considerando que aquele substrato era formado por R.S.O.U. puro, observa-se os segundos maiores valores para o substrato 7 e 8, com misturas aos solos, diferenciando estatisticamente do 9, com valores maiores, e de todos os demais, com valores menores (Tabela 18).

Nas regressões expressas na Figura 15, houve incrementos constantes nos valores de matéria orgânica, à medida que houve aumento do material orgânico misturado nos substratos.

Neste caso, quando se utilizou de substratos compostos com Latosolo Vermelho distrófico (solo B), observa-se na Figura 16, que os resultados foram semelhantes ao descrito no parágrafo anterior, ao se utilizar o solo A.

No solo, o termo “material orgânico” se refere a todo tipo de material de origem orgânica, reconhecível ou não. Já o termo “matéria orgânica” se refere às substâncias de natureza orgânica já em avançado estágio de alteração, não sendo possível reconhecer sua origem.

Os compostos dos tecidos que são incorporados ao solo são decompostos por microorganismos heterotróficos, que decompõem macromoléculas em monômeros mais simples. Parte dos compostos simples e da energia liberada são utilizados pelos microorganismos para o seu próprio metabolismo e para a sua reprodução. A reprodução dos microorganismos provoca um aumento da biomassa no solo, imobilizando parte dos nutrientes que estavam contidos nos resíduos, Desta forma, este aumento de biomassa representa uma imobilização temporária dos nutrientes, do carbono e da energia que se encontram originalmente nos tecidos vegetais que compunham o resíduo, e que agora, fazem parte dos tecidos microbianos. Os nutrientes imobilizados podem atingir grandes quantidades (até 100 quilogramas de N, 70 quilogramas de potássio, 80 quilogramas de fósforo e 11 quilogramas de cálcio por hectare), mas como a biomassa é reciclada mais rapidamente que os tecidos mortos, o fluxo de nitrogênio e fósforo pode atingir até 40 e 10 toneladas por hectare por ano,

respectivamente. Este retorno dos nutrientes à sua forma solúvel, disponível para o aproveitamento pelas plantas, é chamado de mineralização (AZEVEDO, 2009).

As substâncias húmicas são compostos essenciais nos solos. Apesar de geralmente estarem em quantidades muito menores que os colóides minerais (minerais de argila ou argilominerais) do solo, sua grande reatividade lhe confere destaques em processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem no solo. Essas substâncias podem afetar o desenvolvimento da planta diretamente ou indiretamente. Diretamente podem afetar a germinação, o crescimento, respiração e absorção das raízes. Indiretamente pode melhorar o ambiente, através da melhoria da estrutura do solo, capacidade de retenção de água e troca de cátions (AZEVEDO, 2009).

O fato de, a adição do material orgânico (R.S.O.U.) ter aumentado o conteúdo de matéria orgânica do solo, pode ser explicado pela natureza estável dos compostos orgânicos. Incremento no conteúdo de matéria orgânica do solo também foi comprovado por MELO & VITTI (2002), após a adição de $5,9 \text{ t ha}^{-1}$ de composto de lixo urbano. Resultados semelhantes foram obtidos por NUCCI FILHO et al. (2007a), com as aplicações de 40 e $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de biofertilizante.

Para o fósforo (Tabela 18), o maior incremento e valor obtido, foi no substrato 9, aos 79 d.a.s., embora não diferisse estatisticamente do mesmo substrato aos 41 d.a.s. Dentre os substratos obtidos com a mistura dos dois solos utilizados, o maior incremento, de aproximadamente 70% de P foi no substrato 7, com 80% de material orgânico e 20% do solo A, evidenciando que, quanto maior a quantidade de material orgânico misturado ao solo, maior foi o incremento dos valores de fósforo obtidos no decorrer da pesquisa. Observou-se que no solo B, no início da pesquisa, os valores de P eram inferiores aos do solo A, passando a estatisticamente iguais, quando acrescidos de 80% do material orgânico utilizado.

O aumento do P foi linear até aos 41 d.a.s., para os dois Latosolos, passando a uma parábola crescente após este período (Figuras 17 e 18). Sugere-se desta forma, que o P não foi lixiviado durante o período da pesquisa.

O aumento na disponibilidade de P deve-se à presença do nutriente no material orgânico e aos aumentos do valor de pH e do teor de matéria orgânica (ABREU

JÚNIOR et al., 2002). O aumento do pH do solo até próximo a 7,0 propicia maior disponibilidade de P, uma vez que, em condições ácidas, ocorre reação do H_2PO_4^- com as formas iônicas de Fe e Al, formando compostos de baixa solubilidade, além de maior adsorção do ânion por óxidos de Fe e Al presentes na fase sólida.

A matéria orgânica, por sua vez, bloqueia os sítios de adsorção em óxidos de Fe e de Al do solo, diminuindo a capacidade de adsorção do H_2PO_4^- (NOVAIS & SMYTH, 1999). MANTOVANI et al. (2005) também observaram aumentos nas concentrações de fósforo com a aplicação de composto de lixo urbano, explicando esse aumento à presença de fósforo existente no composto. ALVES (2006) trabalhando com doses crescentes de biofertilizante observou aumentou de forma quadrática para a concentração de fósforo no solo atingindo valor máximo de 139 mgdm^{-3} .

Na Tabela 18, observa-se que os maiores valores de K foram obtidos nos substratos 7 e 8, imediatamente após a mistura do R.S.O.U. com os solos, e no substrato 9, de R.S.O.U. puro. Com esse fato, sugere-se que o K foi lixiviado no decorrer da pesquisa.

Quantidades decrescentes de potássio (K), foram observadas com o passar dos d.a.s., embora sempre crescente ao se utilizar maiores quantidades de R.S.O.U., nos dois solos utilizados (Figuras 19 e 20).

Contrário aos resultados da presente pesquisa, DAMATTO JUNIOR et al. (2006) não encontraram alterações nas concentrações de potássio com a aplicação de resíduos orgânicos. Já NOBILE (2005) apenas conseguiu elevar a concentração de potássio de 0,21 para $0,86 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$ com a aplicação de altas doses de resíduo do processamento da bauxita (140 t ha^{-1}).

Como foi observado por DAMATTO JUNIOR (2005), cerca de 80 % do potássio contido nos compostos orgânicos foi liberado logo após sua aplicação no solo (22 dias), o que reforça a questão do deslocamento de cálcio e/ou magnésio e também sugere que parte do próprio potássio tenha também sido lixiviado.

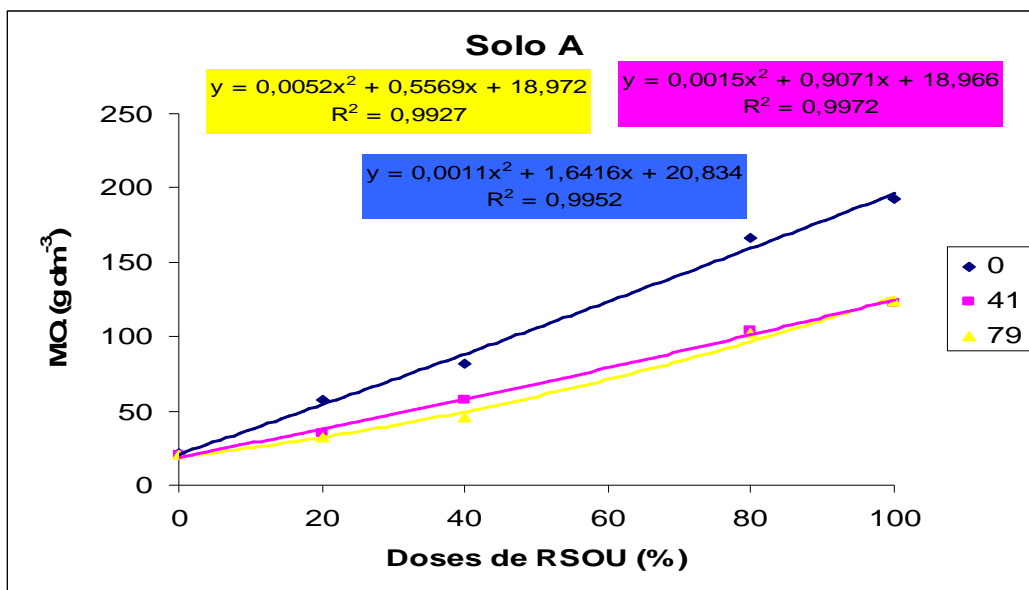


Figura 15. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférrico argiloso (solo A) e Matéria Orgânica (g dm^{-3}), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

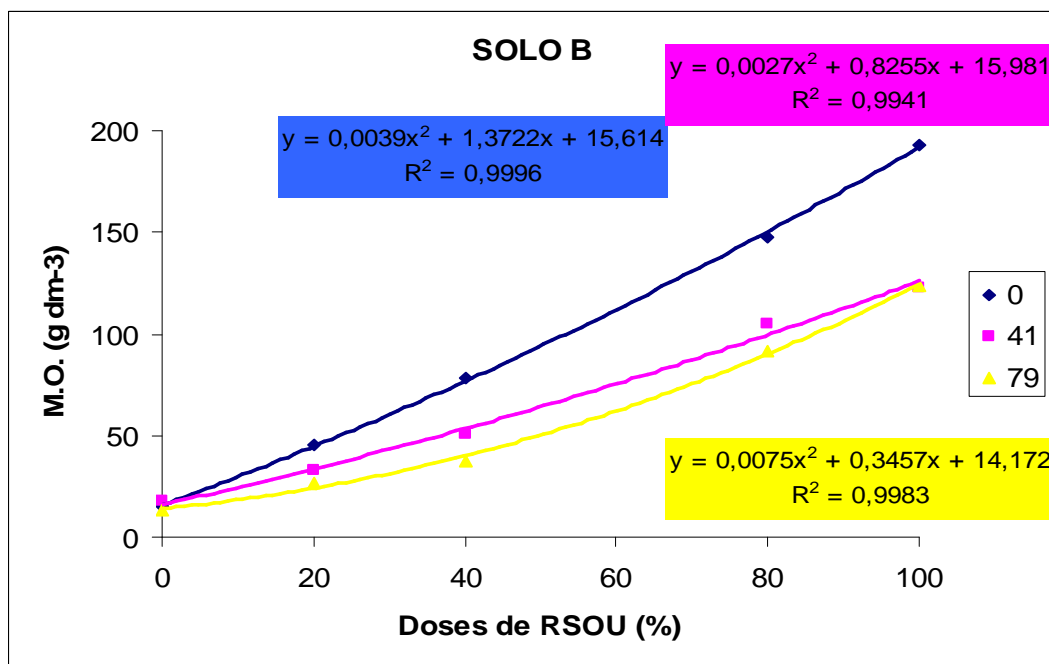


Figura 16. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos Substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Matéria Orgânica (g dm^{-3}), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

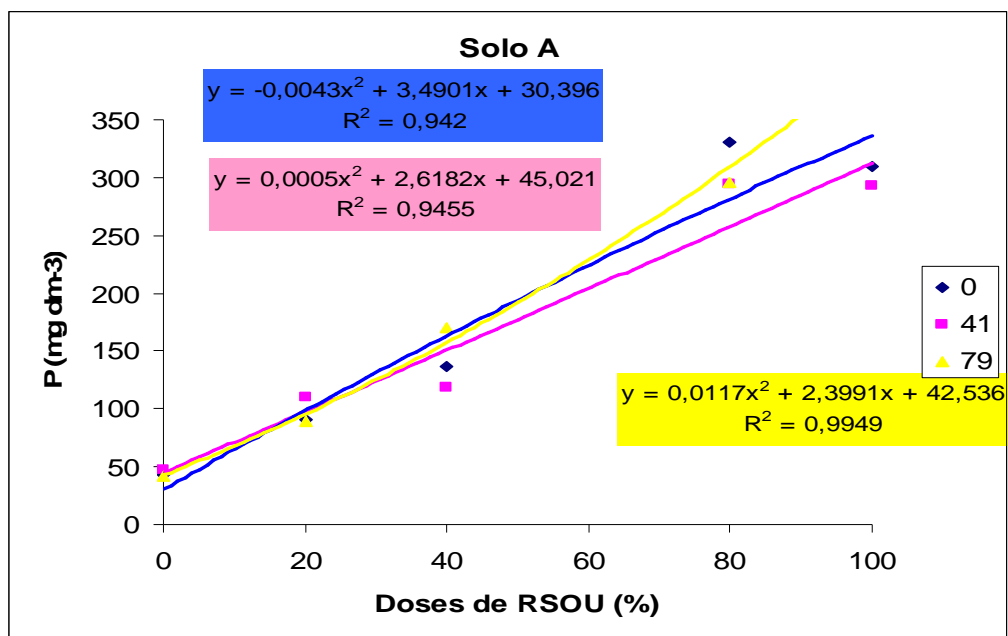


Figura 17. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférrico argiloso (solo A) e Fósforo (mg dm^{-3}), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

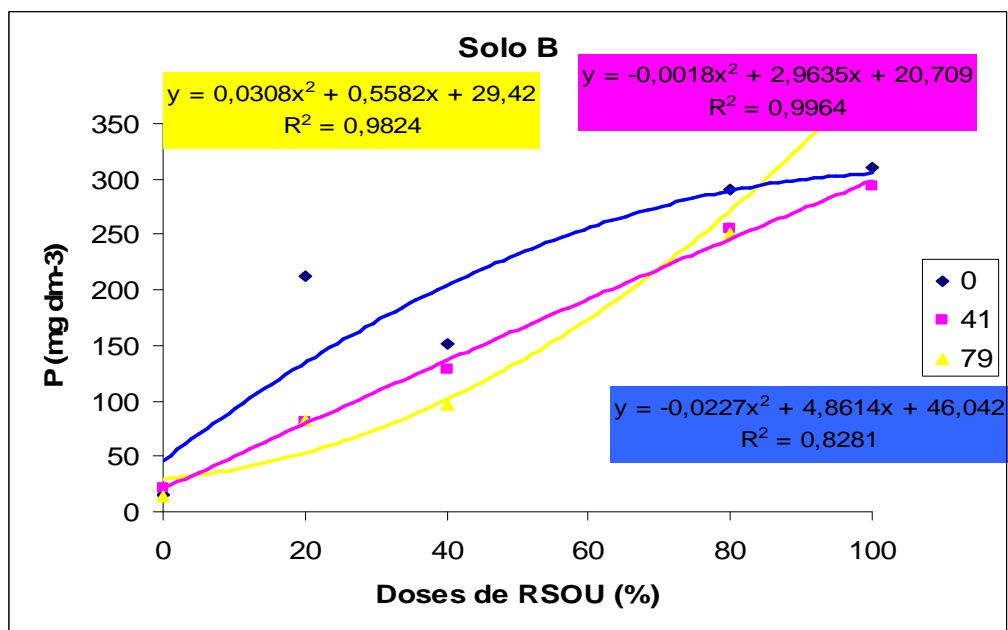


Figura 18. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e o Fósforo (mg dm^{-3}), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

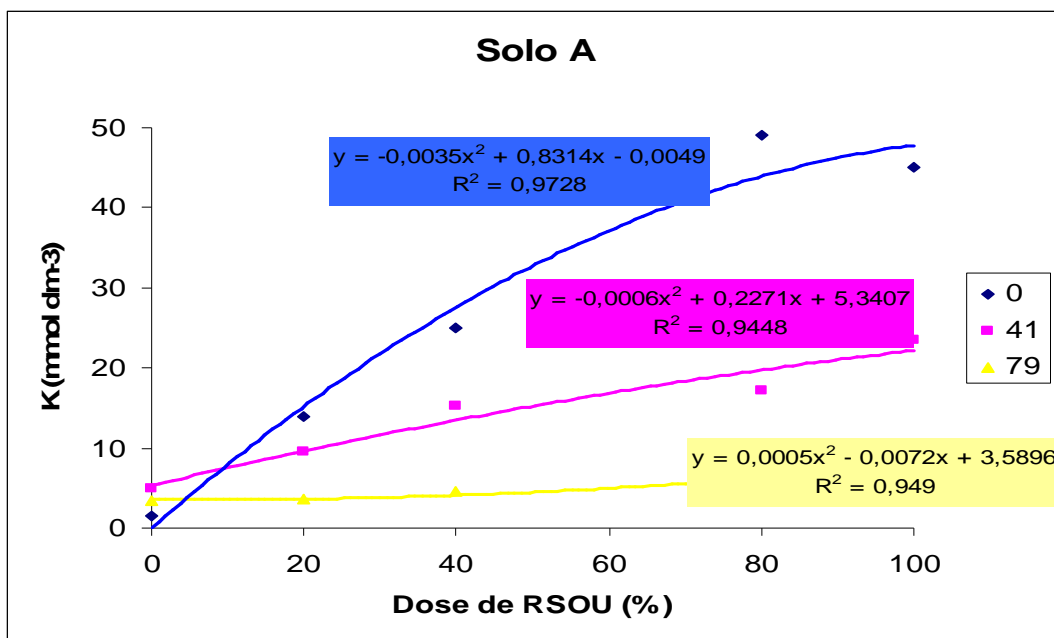


Figura 19. Regressões de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Potássio (mmoldm⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.entre as doses

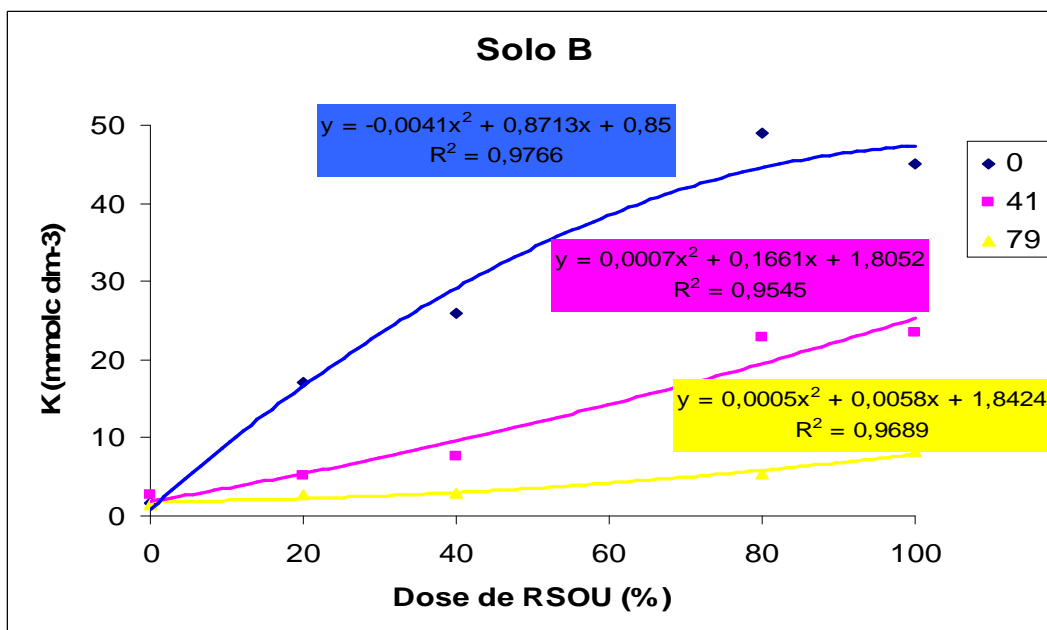


Figura 20. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e o Fósforo (mmoldm⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

Valores sempre crescentes de cálcio foram também obtidos à medida que maiores quantidades de R.S.O.U. foram utilizadas nos substratos, sendo que o maior valor ocorreu no substrato constituído por R.S.O.U. puro, e aos 79 d.a.s. Igual valor estatístico foi obtido no mesmo substrato em análise feita aos 41 d.a.s., e nos substratos 7 e 8, com 41 dias d.a.s. (Tabela 18).

As Figuras 21 e 22 apresentam as regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano nos Substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e cálcio ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s. e as regressões entre as doses de R.S.O.U. nos substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e cálcio (mmoldm^{-3}), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s. Tais regressões lineares e parabólicas indicam a tendência sempre crescente do aumento do cálcio em função do aumento de R.S.O.U., não havendo uma dosagem a partir da qual ocorreria a reversão.

Alguns pesquisadores revelam resultados semelhantes aos da presente pesquisa, dentre eles, ABREU JUNIOR et al. (2000) verificaram em condições de casa de vegetação, que a aplicação de 30 gdm^{-3} (60 tha^{-1}) de composto de lixo apresentou efeito sobre a concentração de cálcio do solo equivalente ao da aplicação de aproximadamente 1 gdm^{-3} (2 tha^{-1}) de calcário. Também ANJOS & MATTIAZZO (2000) verificaram, em dois latossolos, aumento nas quantidades de cálcio em subsuperfície com a aplicação de 78 tha^{-1} de biossólido. Corroborando com os resultados OLIVEIRA et al. (2002) em ensaio com uso de biossólido, constataram que as quantidades de cálcio presente no lixiviado excederam as de magnésio e potássio.

Para o magnésio, os resultados foram semelhantes ao pH, MO, P, K, e Ca, considerando que à medida que se aumentou a quantidade de R.S.O.U. no substrato, maiores foram os resultados obtidos nas análises. O grupo de substratos 5 ao 9, apresentaram os maiores valores, que não diferenciaram estatisticamente entre si, representados pelas leituras feitas aos 41 e 79 d.a.s. O maior valor entretanto, foi obtido logo após a mistura do solo A, com 80% em peso de R.S.O.U., indicando que pode ter havido lixiviação durante a condução da pesquisa.

A Figura 23 representa as regressões entre as doses de R.S.O.U. nos substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e magnésio (mmoldm^{-3}), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s. Nela observamos que a dosagem máxima de R.S.O.U. para que houvesse incremento nos valores obtidos com magnésio, foi de 80% em volume, enquanto que aos 41 d.a.s, a dosagem máxima foi de aproximadamente 70%. O incremento foi constantemente positivo até à dosagem de 100% de R.S.O.U., aos 79 d.a.s.

Verifica-se também, na Figura 24, que para o latosolo vermelho distrófico (solo B) o incremento foi constantemente positivo à medida que se aumentou a dosagem até 100% de R.S.O.U., e em todas as épocas.

Aumentos nas concentrações de magnésio no solo devido à aplicação de composto orgânico foram também observados por FERRO NETO (1994), CRAVO (1995) e TRINDADE et al. (1996).

Nos compostos orgânicos a tendência crescente para as concentrações de magnésio no solo, pode ter contribuído, pois os resíduos orgânicos apresentam pequenas quantidades de magnésio que ao sofrerem decomposição, liberam o nutriente para o solo.

Os resultados concordam com a afirmação de MANTOVANI et al. (2005) que avaliando a fertilidade do solo com adubação orgânica observaram, ao final de 4 ciclos de cultivo, maior concentração de magnésio na camada de 20-40 cm.

Quanto à acidez potencial (H+Al), os resultados foram diferentes a todos os elementos estudados, apresentando uma estabilização dos valores ou tendência de diminuição à medida que se aumentou a quantidade de R.S.O.U. nos substratos e durante a longevidade do experimento (Tabela 17).

No solo A, para a adição de mais de 60% de R.S.O.U., na época de 41 d.a.s. e na mistura dos substratos, houveram tendências de aumento nos valores de H+Al (Figura 25), enquanto que, para dosagem de até 60% de R.S.O.U. aos 41 dias e nas análises feitas aos 79 d.a.s., a diminuição foi constante, acompanhando o aumento das dosagens de R.S.O.U.

No caso do solo B (Figura 26), os resultados descreveram uma função parabólica decrescente para misturas de até 70% de R.S.O.U., em todas as épocas. Nas demais análises efetuadas, houve indicações de que toda adição de R.S.O.U. e em todas as épocas, resultou em valores crescentes de H+Al.

Uma explicação para a maior concentração da acidez potencial para os tratamentos com resíduo é que a água de irrigação lixivia o cálcio e magnésio, que são substituídos pelo alumínio, manganês e hidrogênio na solução do solo. Logo, solos em condições de irrigação, geralmente apresentam reação ácida. Da mesma maneira, solos que sofrem o processo de lixiviação podem se tornar mais ácidos e conseqüentemente apresentarem maior acidez potencial (TROEH & THOMPSON, 2007).

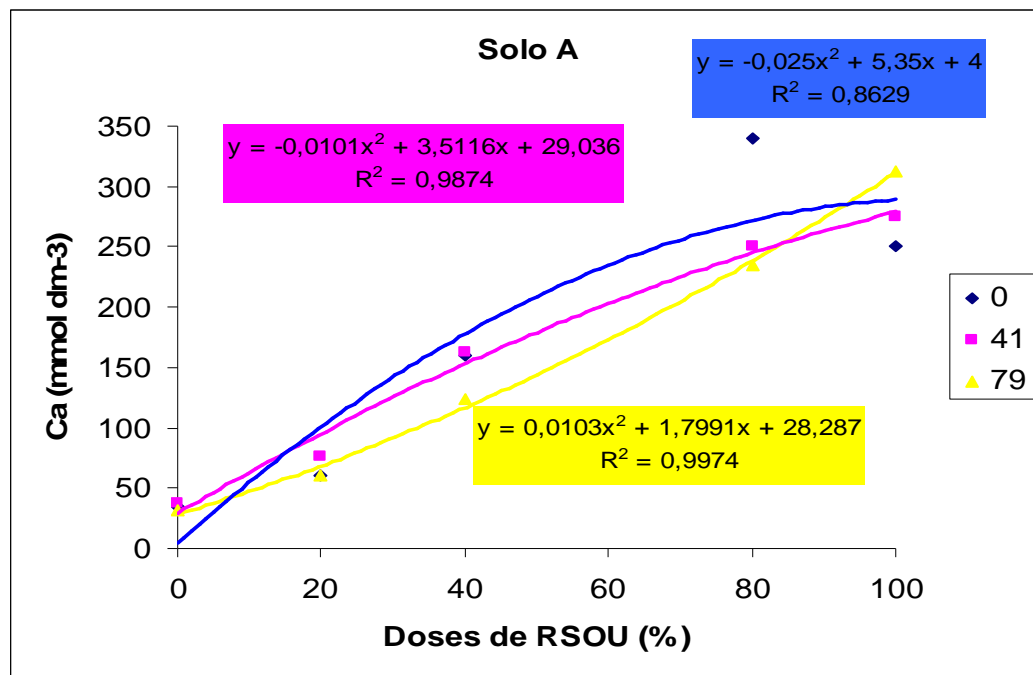


Figura 21. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Cálcio (mmoldm⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

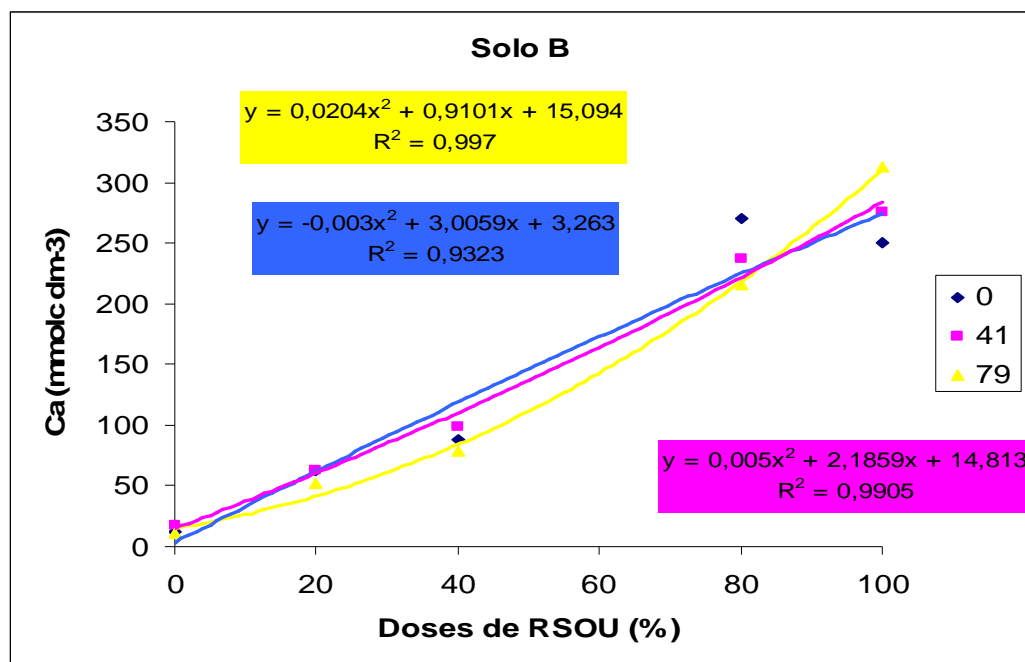


Figura 22. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e cálcio ($\text{mmolc}\cdot\text{dm}^{-3}$), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

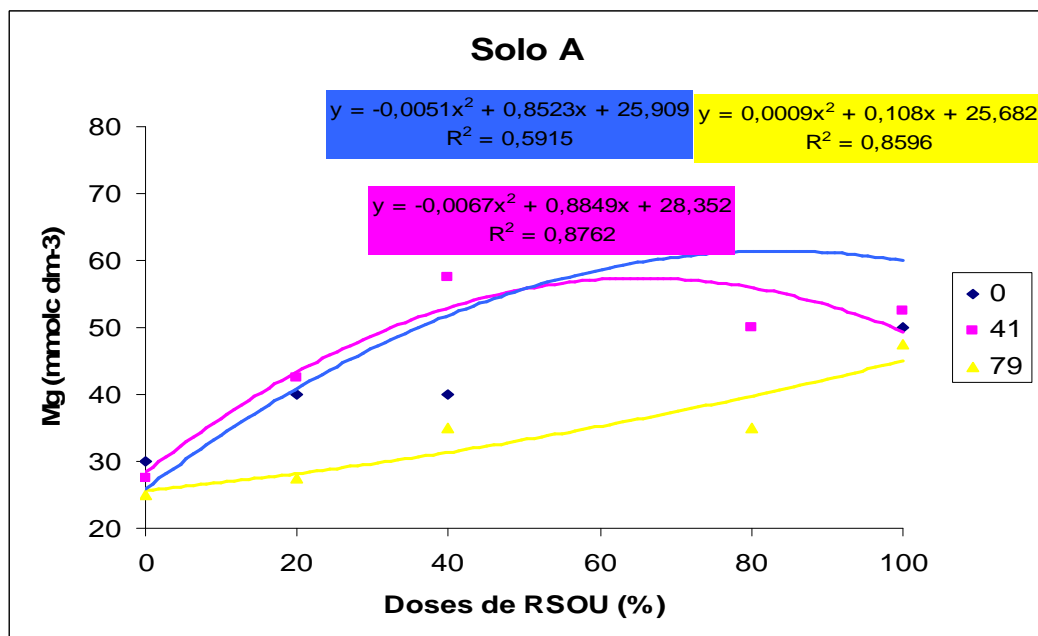


Figura 23. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho eutrófico argiloso (solo A) e Magnésio ($\text{mmolc}\cdot\text{dm}^{-3}$), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

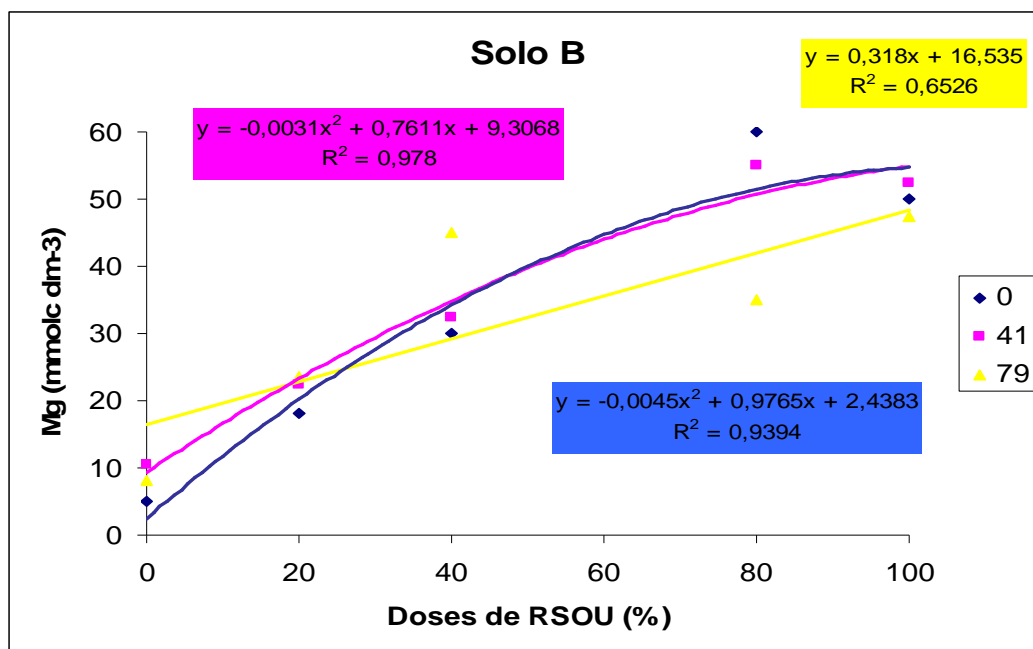


Figura 24. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Magnésio (mmoldm⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

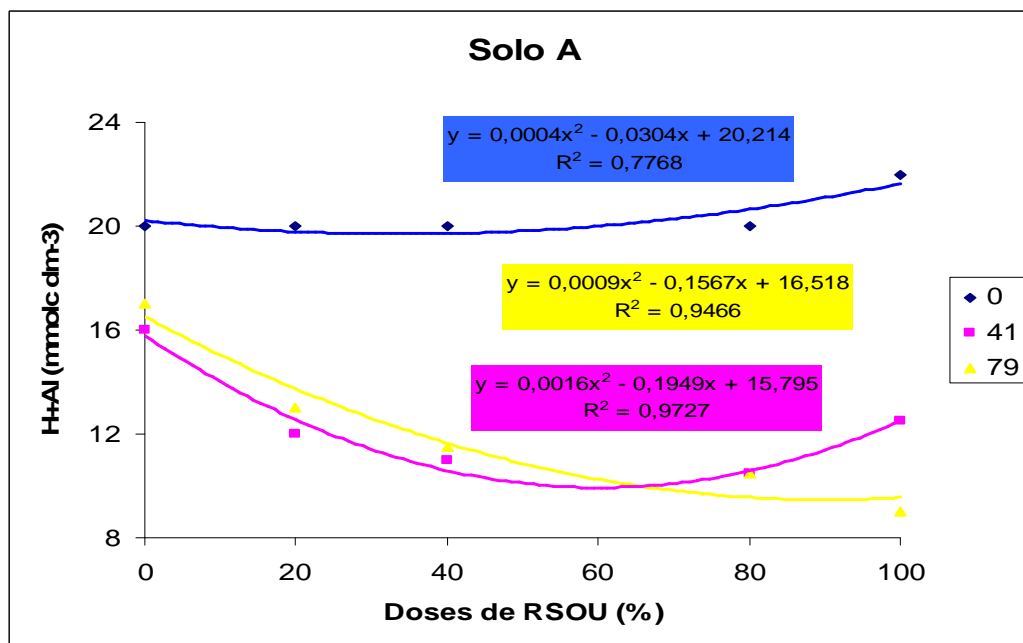


Figura 25. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho eutrófico argiloso (solo A) e Acidez Potencial (mmoldm⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

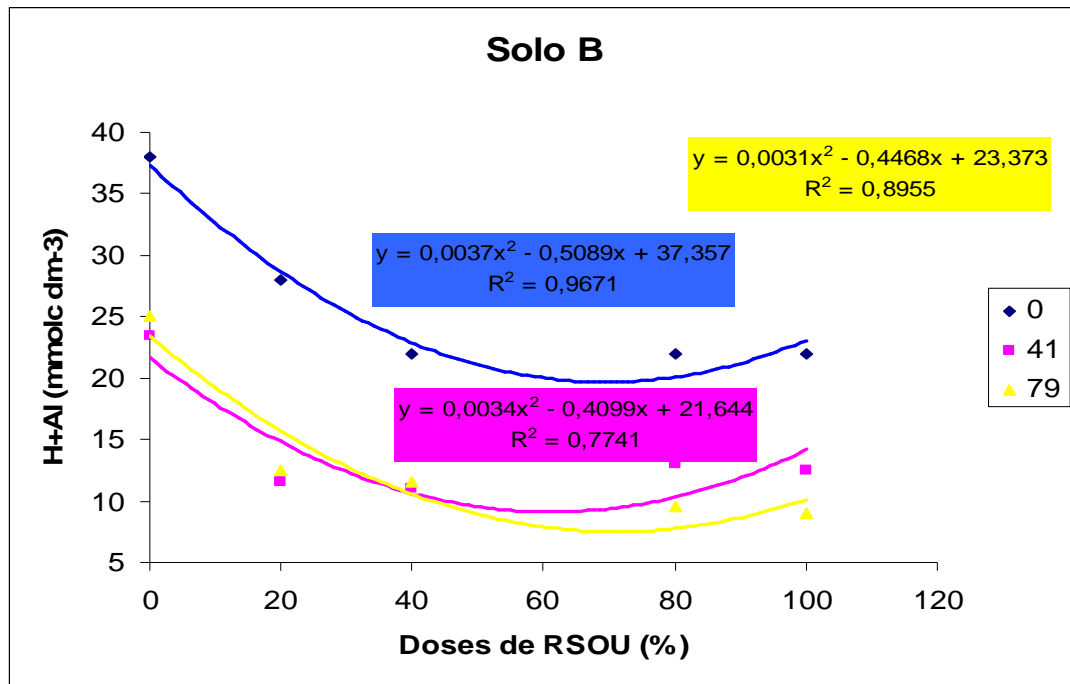


Figura 26. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Acidez Potencial (mmoldm⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

Analisando-se o grupo de substratos 7, 8 e 9, na Tabela 18, no que se refere a soma de bases (SB), pode ser observado que foi ali que foram registrados os maiores valores, sendo o maior dos maiores, observado no substrato 7, com 80% de mistura de R.S.O.U. e 20% de solo latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A), em análise feita por ocasião do preparo do substrato. Não houve diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, entre os substratos 7 e 8 aos 41 d.a.s., e substrato 9 aos 41 e 79 d.a.s.

A mistura de R.S.O.U. em dosagens crescentes, conforme regressões (Figura 27) entre as doses de R.S.O.U. nos substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Soma de Bases (mmoldm⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s. e regressões (Figura 28) entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano nos substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Acidez Potencial (mmoldm⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s., influenciou no aumento dos valores de SB, sendo que o solo A apresentou sempre, valores inferiores ao solo B.

Ao somatório de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+$ dá-se a denominação de soma de bases ou valor SB, então é de se esperar correlação significativa e positiva para os tratamentos em que os cátions somados com maiores concentrações no solo apresentassem, também, os maiores valores de soma de bases.

Os resultados da pesquisa realizada estão compatíveis com outros pesquisadores, a saber: ABREU JUNIOR et al. (2001), DAMATTO JUNIOR et al. (2006) observam aumentos nas concentrações de soma de base, em solos, com aplicação de composto de lixo como fertilizante. Outra pesquisa desenvolvida por ALVES (2006) também observou aumentos de soma de bases com a adição de biofertilizante, entretanto. Também NOBILE (2005) e CÉSAR (2005) estudando doses crescentes do resíduo do processamento da bauxita observaram aumentos significativos, na soma de bases, em função da aplicação do resíduo no solo. Contrário a diversos pesquisadores e à presente pesquisa, RODOLFO JÚNIOR (2007) notou diminuição nessa variável com a adição de biofertilizante, concluindo que este fato pode ser reflexo de reações de antagonismo entre elementos como K, Ca e Na que possuem incompatibilidade com magnésio, reduzindo sua disponibilidade no solo.

Resultados semelhantes foram obtidos com a capacidade de troca catiônica total (T ou CTC), apresentados na tabela 18 e figuras 29 e 30.

Com base na definição de CTC tem-se que ela é o somatório de cargas negativas da superfície de partículas da fase sólida do solo. Neutralizando essas cargas negativas têm-se cátions (contraíons) como Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ ... H^+ e Al^{3+} . Ao somatório de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+$ (Na^+ e NH_4^+) dá-se a denominação de soma de bases ou valor SB. Deve-se esperar, e também é encontrada, correlação positiva e significativa entre SB e CTC.

Os resultados obtidos estão de acordo com a definição estabelecida, sendo as maiores CTCs encontradas nos tratamentos que apresentaram as maiores somas de bases.

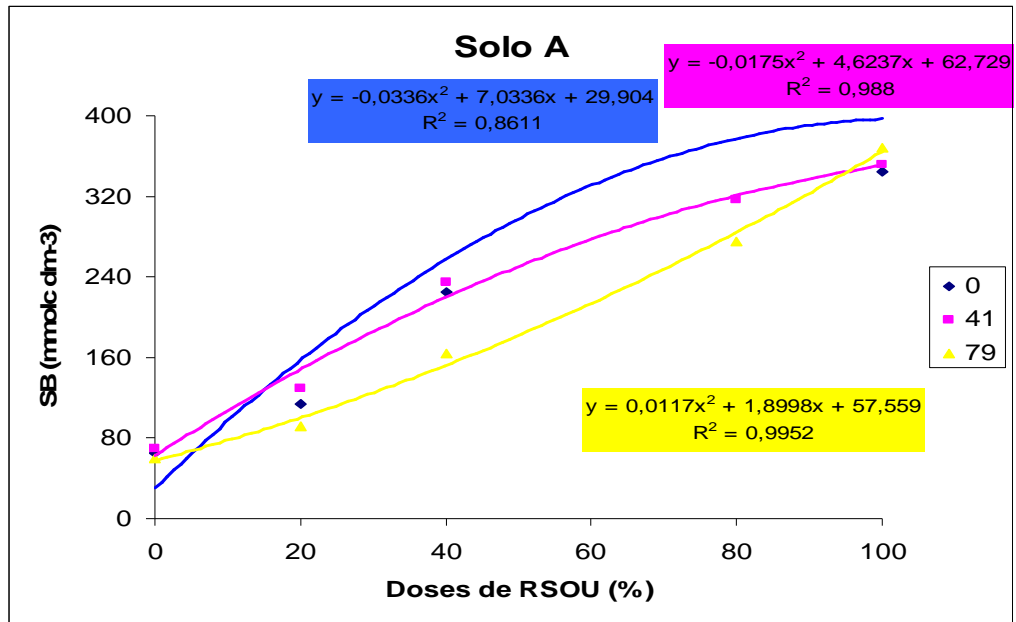


Figura 27. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Soma de Bases (mmoldm⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

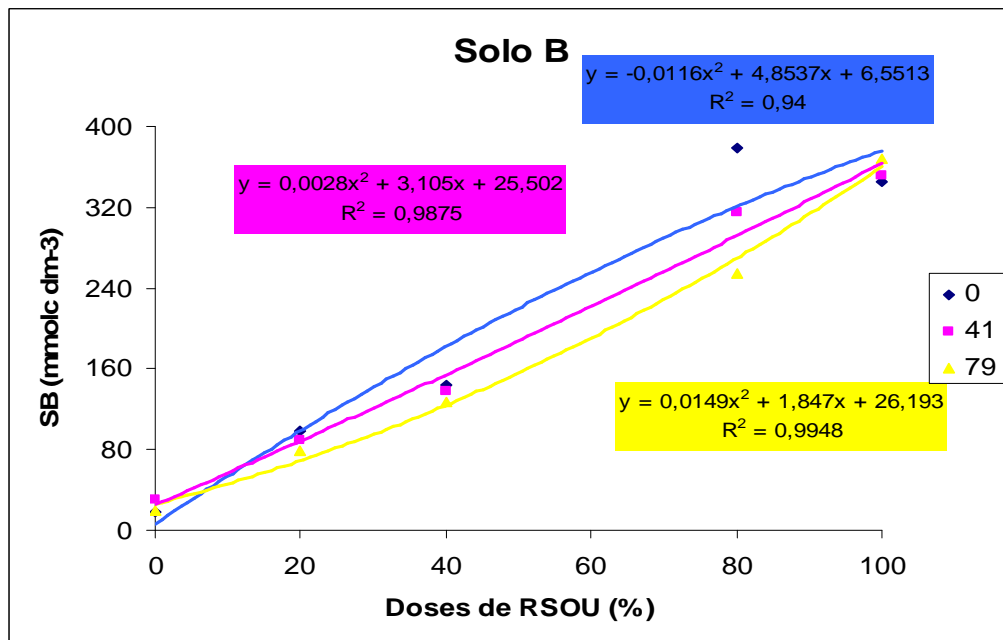


Figura 28. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Acidez Potencial (mmolc dm⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

Os resultados obtidos são concordantes com os de MELO et al. (1997), ABREU JÚNIOR et al. (2001), BENGSTON & CORNETTE (1973) e FERRO NETO (1994). Esses autores atribuíram o aumento da CTC ao acréscimo de cargas negativas provenientes da matéria orgânica contida no composto de lixo urbano e biofertilizante. OLIVEIRA (2000) verificou que aumentos na CTC, determinada ao pH atual do solo, foram relacionados diretamente com as doses de aplicação do composto e com os seus efeitos sobre o pH. Isto também concorda com os resultados observados no presente trabalho e com aqueles verificados por BENITES & MENDONÇA (1998).

Quanto à saturação por bases (V), os valores também foram sempre superiores, à medida que se aumentou a dosagem de R.S.O.U. nos substratos, porém, não houve diferenças estatísticas entre os substratos 5 ao 9 quando os valores praticamente se estabilizaram em todas as épocas.

Também neste caso, os valores foram sempre maiores quando se utilizou o solo A nos substratos (Tabela 18).

Ao analisarmos as regressões (Figuras 31 e 32) entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A), latosolo vermelho distrófico (solo B), e Saturação por Bases (%), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s., verificamos que doses acima de 75% de R.S.O.U., proporcionaram menores valores de V%.

Uma explicação para o incremento na saturação por bases foi dada por ABREU JÚNIOR. et al. (2000) podendo ser consequência direta dos aumentos nos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} e da redução da acidez potencial.

O alto valor da saturação por bases atingido, ocorreu possivelmente pela adição de resíduos orgânicos e também por adsorver hidrogênio e alumínio na superfície do material orgânico.

Os mesmos efeitos foram observados por MELO et al. (1997), ABREU JÚNIOR et al. (2001), BENGSTON & CORNETTE (1973) e FERRO NETO (1994) com adubação orgânica na saturação por bases. Também NOBILE (2005) e CÉSAR (2006) observaram aumento da saturação por bases com a aplicação de resíduo do processamento da bauxita.

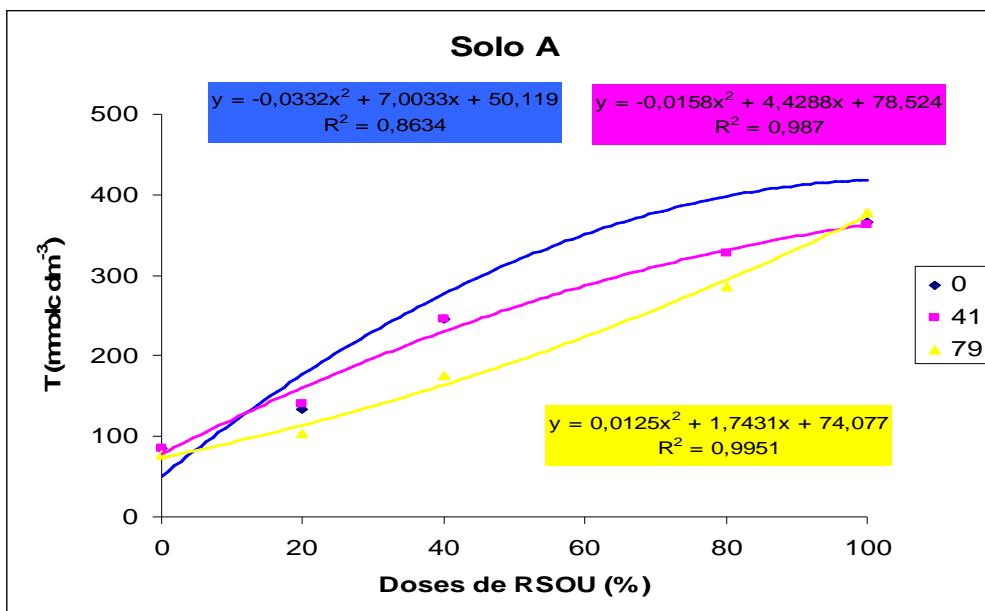


Figura 29. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Capacidade de Troca Catiônica Total (mmolc dm⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

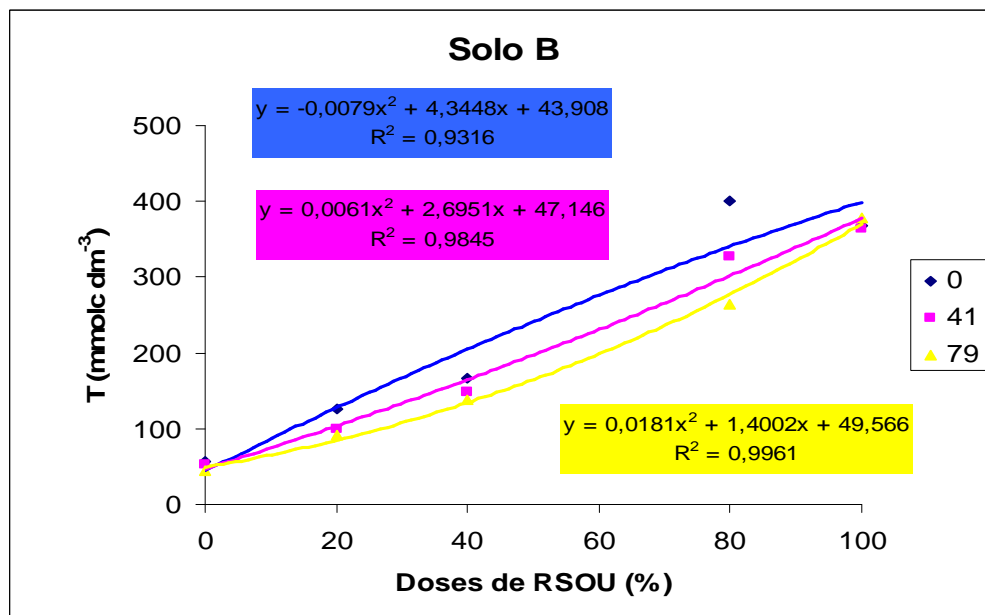


Figura 30. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Capacidade de Troca Catiônica Total (mmolc dm⁻³), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

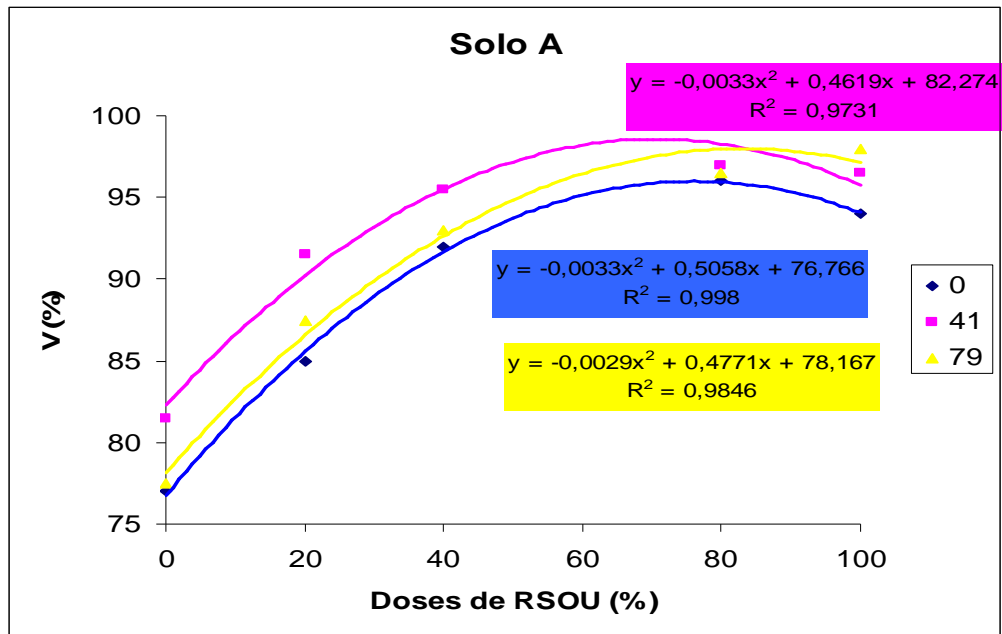


Figura 31. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho eutroférrico argiloso (solo A) e Saturação por Bases (%), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

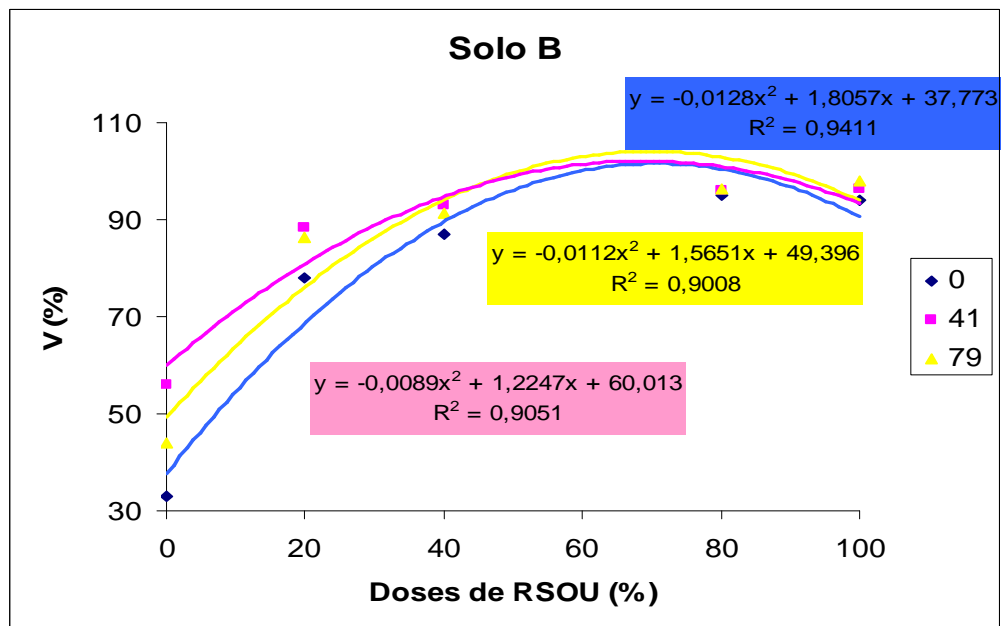


Figura 32. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Saturação por Bases (%), determinadas aos zero, 41 e 79 d.a.s.

A Tabela 19 e as Figuras 33 a 38, apresentam os resultados da pesquisa realizada, referentes ao carbono (C), nitrogênio (N) e na relação carbono/nitrogênio (C/N), que serão discutidas conjuntamente.

Tabela 19. Valores médios das variáveis referentes às análises de C, N e C/N dos substratos, estudados em cada época.

Variável época	Substrato									
	1(A)	2(B)	3(A)	4(B)	5(A)	6(B)	7(A)	8(B)	9(RSOU)	
C	0	1,61a	0,79a	3,33a	2,09a	4,45a	2,93a	18,85a	18,04a	23,86a
	41	1,23aC	0,94aC	2,38bC	1,76aC	3,09bBC	3,09aBC	8,19bAB	8,33bA	13,33bA
	79	1,61aB	1,30aB	1,68aB	1,46aB	2,49bB	2,24aB	8,30bA	7,36bA	9,34cA
N	0	0,10a	0,06a	0,16a	0,13b	0,20 b	0,11b	0,65a	0,76a	0,89a
	41	0,11aDEF	0,07aEF	0,16aCDE	0,14bCDEF	0,23aC	0,19aCD	0,49aB	0,48bB	0,71abA
	79	0,15aB	0,11aB	0,19aB	0,19aB	0,23aB	0,21aB	0,54aA	0,52bA	0,66bA
C/N	0	16,10a	13,20a	20,80a	16,00a	22,30a	26,60a	29,00a	23,70a	26,80a
	41	11,75aA	13,40aA	15,00abA	12,55bA	13,45bA	16,40abA	16,00bA	17,50aA	18,85bA
	79	10,7aA	13,75aA	9,15bA	7,7aA	10,8ocA	10,65bA	13,55bA	14,35aA	14,70bA

Médias seguidas de mesma letra, na coluna (minúsculas) e na linha (maiúsculas) não diferem entre si pelo Teste de Tukey (5%).

(A) latosolo vermelho eutroférico argiloso.

(B) latosolo vermelho distrófico.

(RSOU) Resíduo Sólido Orgânico Urbano.

Os dados referentes aos solos latosolo vermelho eutroférico argiloso (solo A), substrato 1, e latosolo vermelho distrófico (solo B), substrato 2, indicam para valores maiores no solo A, em todas as épocas, embora mostrando diferença significativa apenas para N, aos 41 d.a.s. Entre as épocas, em todos os dados, não foram constatadas diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Referente ao substrato com R.S.O.U. puro, de número 9, apenas para a relação C/N na idade zero, o valor foi menor que o do substrato 7, sem contudo apresentar diferença estatística. Os demais valores, foram os maiores obtidos na pesquisa.

Para C, o grupo dos maiores valores se apresentaram nos substratos 7, 8 e 9, que diferiram estatisticamente dos demais.

Para N, aos 79 dias, o grupo permaneceu o mesmo, porém, aos 41 dias, o substrato 9 foi único.

Já para a relação C/N, embora os valores aumentaram à medida que aumentaram as dosagens de R.S.O.U., não houveram diferenças estatísticas entre os substratos 1 ao 9. Nos substratos 1, 3, 4, 5, 6, 7 e 9, a relação C/N diminuiu com o tempo de pesquisa, atingindo os menores valores aos 71 d.a.s., com valores máximos entre 13 e 15.

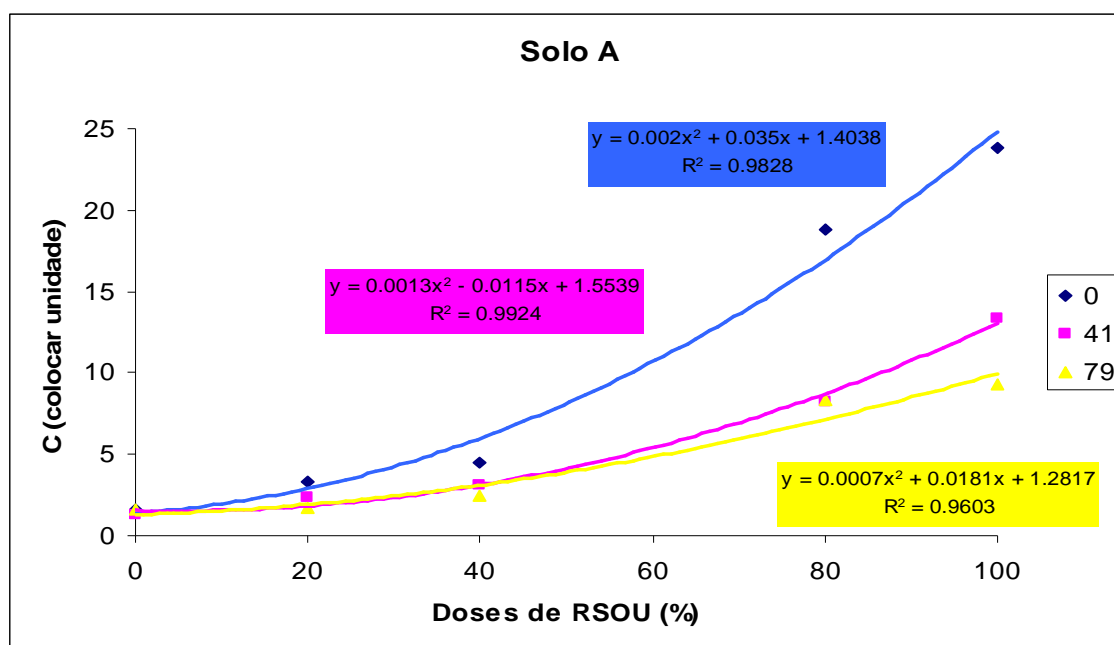


Figura 33. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latossolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Carbono (gkg^{-1}), determinadas aos zero, 41 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).

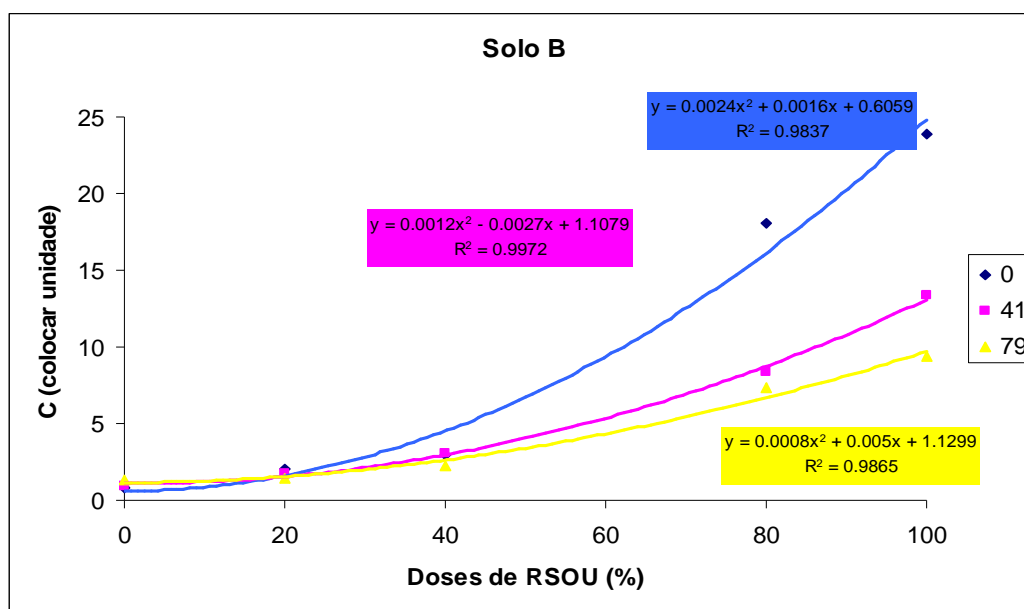


Figura 34. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latossolo vermelho distrófico (solo B) e Carbono (gkg^{-1}), determinadas aos zero, 41 e 79, d.a.s.

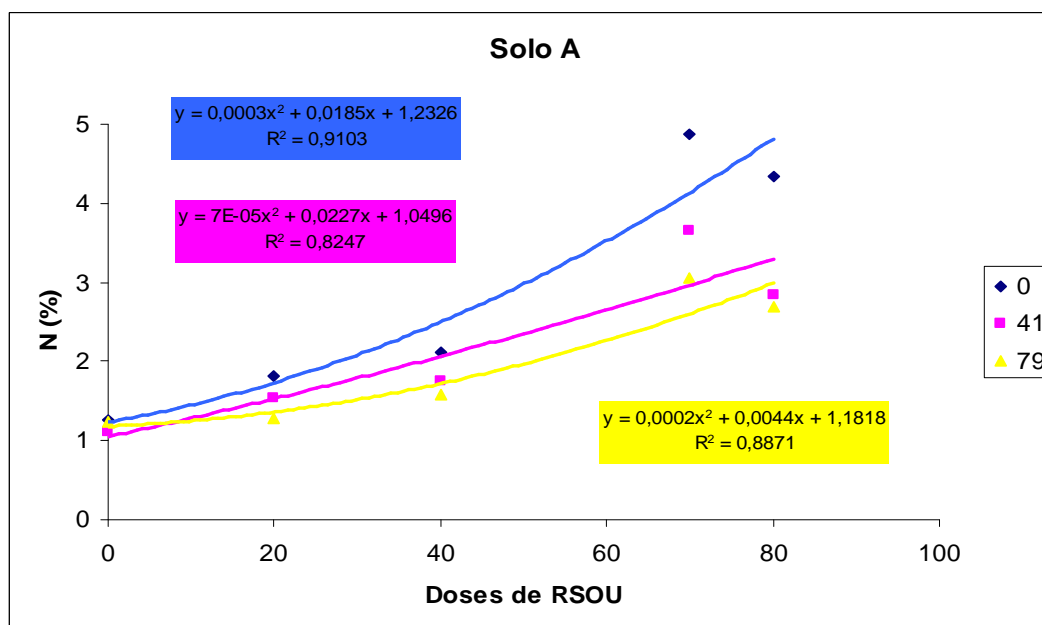


Figura 35. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latossolo vermelho eutroférico argiloso (solo A) e Nitrogênio(%), determinadas aos zero, 41 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).

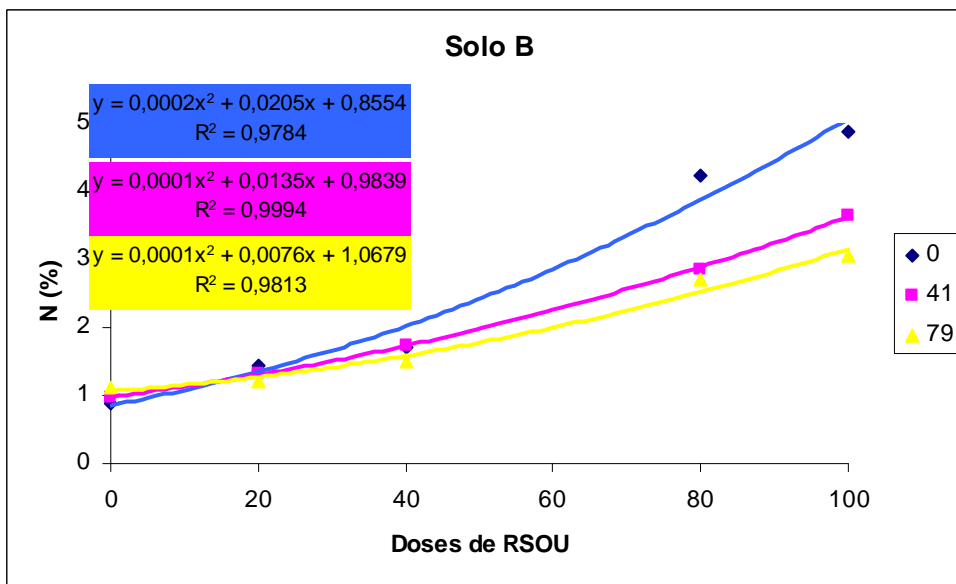


Figura 36. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Nitrogênio (%), determinadas aos zero, 41 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).

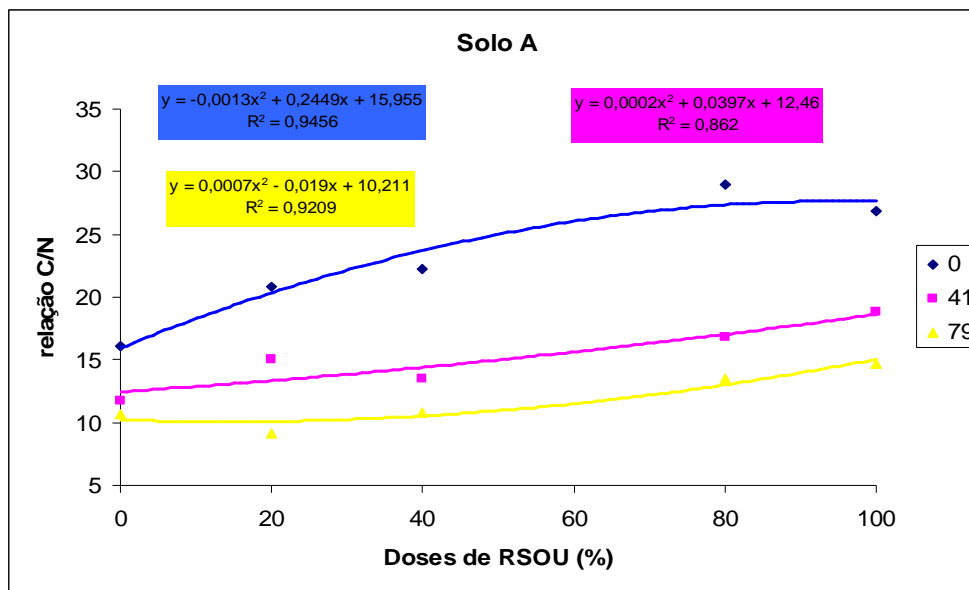


Figura 37. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho eutrófico argiloso (solo A) e Relação C/N, determinadas aos zero, 41 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).

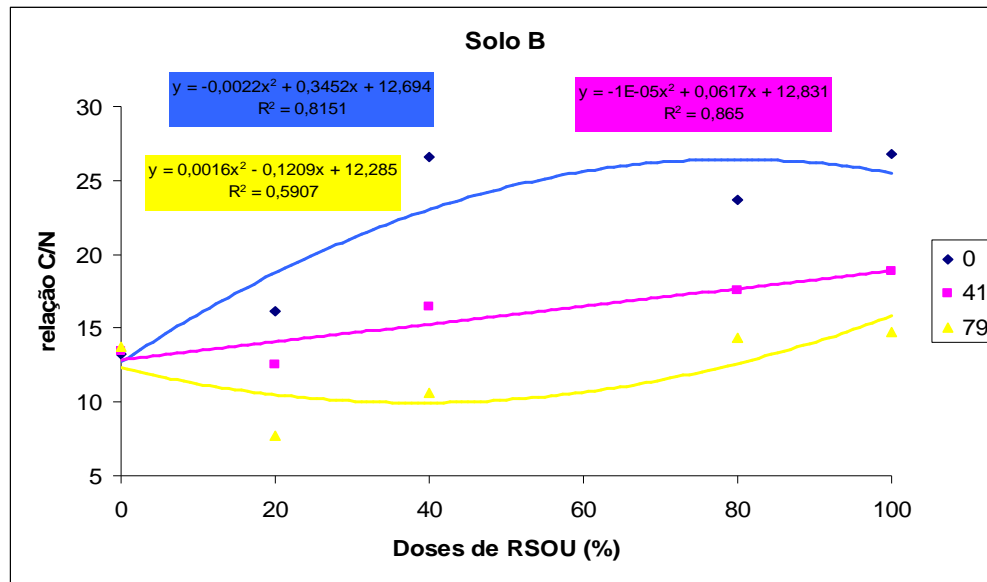


Figura 38. Regressões entre as doses de Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.) nos substratos constituídos com latosolo vermelho distrófico (solo B) e Relação C/N, determinadas aos zero, 41 e 79 dias após a semeadura (d.a.s.).

Segundo AZEVEDO (2009), o equilíbrio entre as taxas de mineralização e imobilização pode ser bastante complexo. Este equilíbrio depende bastante da quantidade de carbono no resíduo e da relação entre carbono e nitrogênio, fósforo e enxofre. Destas, a que é mais utilizada é a relação Carbono Nitrogênio (C/N).

Quando o resíduo é adicionado ao solo, o aumento da população microbiana é estimulado pelo aporte de energia e nutrientes que o resíduo representa. Com este aumento da população microbiana, a demanda por oxigênio, nutrientes, energia e carbono aumenta. Os tecidos microbianos que possuem em média uma concentração de 5% de nitrogênio, o que resulta em uma relação C/N entre 20 e 30, fornecerão o nitrogênio necessário para a reprodução microbiana, não havendo imobilização nem mineralização significativa no início do processo. Se a relação C/N for maior, significa que os microorganismos buscarão outras fontes de nitrogênio para satisfazer a demanda, e consumirão formas de nitrogênio que estão disponíveis para as plantas, resultando em uma imobilização líquida e podendo causar uma deficiência temporária de nitrogênio para as plantas. Se, por outro lado, a relação C/N for menos que 20-30,

haverá um excesso de nitrogênio no resíduo, que será mineralizado e desprezado pelos microorganismos, permanecendo disponível para as plantas já no primeiro momento.

Notar que nas relações propostas como ideais, enquadram-se os substratos 5 ao 9, que continham de 40% a 100% de R.S.O.U.

JAHNEL et al. (1999) observou no processo de compostagem que os valores da relação C/N estabilizaram no final do processo e que os valores de N, atingiram os seus valores máximos, corroborando os dados desta pesquisa. O mesmo autor afirma ainda que a relação C/N 1:11 a 1:18 podem ser utilizadas isoladamente como indicadores do grau de maturidade do composto.

Pelos resultados obtidos, a maturidade dos substratos utilizados foram atingidas, já a partir dos 41 d.a.s., confirmando-se até o final da pesquisa, aos 79 d.a.s.

Observou-se ainda que os melhores resultados na disponibilidade de nutrientes foram obtidos quando o composto possuía pH acima de 7 e razão C/N menor que 15, resultados de C/N que foram conseguidos nesta pesquisa com todos os substratos, aos 79 d.a.s. e com os substratos 1 ao 5, aos 41 d.a.s., sem diferir estatisticamente dos demais.

NOBILE (2005) cita que, com o aumento do pH a atividade microbiana aumentaria, aumentando assim a quantidade de N no solo, que será absorvido em maior quantidade pela planta.

O composto curado (humificado) apresenta relação C/N na faixa de 10/1 a 15/1 (IAC.SP.GOV.BR, 2009). Na presente pesquisa, essa relação que no início, isto é, por ocasião da mistura do R.S.O.U. estava na faixa de 1/13,2 a 1/29, já alcançava aos 41 dias, a faixa desejada, nos substratos 1 ao 5(A). No final, aos 79 dias, a maioria dos substratos estava na faixa entre 1/7,7 a 1/14,7 sendo que apenas os substratos 3(A) e 4(B) apresentaram resultados inferiores a 1/10. Supõe-se desta forma que, uma vez atingidos esses valores, doravante o material resultante do processo modificativo do material orgânico não mais afetaria as plantas.

Com a presente pesquisa que recebe respaldo da bibliografia consultada, citada e nesta tese comentada, surge a possibilidade de se utilizar material orgânico não

compostado na agricultura, marco para uma nova era, a de não deposição dos R.S.O.U. em aterros sanitários, aterros controlados e mesmo lixões a céu aberto.

Considere-se o termo “lixo” ainda empregado hoje. Preferimos separar em Resíduo Sólido Urbano (R.S.U.), subdividido em Resíduo Sólido Inorgânico Urbano (R.S.I.U.), Resíduo Sólido Orgânico Urbano (R.S.O.U.), Material Inerte (M.I.) e Lixo Hospitalar (L.H.).

Sabemos que o R.S.I.U., caracterizado em sua maior parte por papel, papelão, plástico, PET, vidro, metal, é hoje, totalmente reaproveitável ou reciclável.

O M.I., composto predominantemente por restos de construção, já mostram as pesquisas, ser de possível aproveitamento.

Quanto ao lixo hospitalar, a solução técnica aponta para a incineração, em cujo processo, resulta a cinza. Esta teria sua utilização de acordo com as indicações em pesquisas.

O R.S.O.U., foi a atenção da pesquisa hora realizada, onde se vislumbra a sua utilização na agricultura.

É possível então lançar o desafio, que depende da vontade política e de operação dos nossos governantes, qual seja **um futuro sem deposição de resíduos na natureza, no ambiente em que vivemos, completando o ciclo da vida, onde tudo do solo sai e para o solo retorna, sem alterar suas características físico química e biológica, e se possível, melhorando-as.**

V. CONCLUSÕES

As informações obtidas na pesquisa realizada permitem concluir:

O resíduo sólido orgânico urbano utilizado é constituído por 84,64% de água, podendo seu peso ser reduzido para 15,36%, e seu volume para 13,46%.

A expressiva redução do peso e volume do material seco sugere uma boa alternativa para a deposição do R.S.O.U. em prática de compostagem ou em aterros sanitários, aumentando suas vidas úteis em 7,4 vezes, ou facilitando o acondicionamento para comercialização.

Até aos 41 d.a.s., doses de até 80% de R.S.O.U. não exerceram efeitos negativos às mudas de eucalipto. Para os substratos constituídos com o solo latosolo vermelho eutroférico argiloso, doses de até 40% de R.S.O.U. não exerceram influência negativa, diminuindo o número de tubetes com plantas vivas. Para os substratos constituídos com o solo latosolo vermelho distrófico, doses de até 20% de R.S.O.U. não exerceram influência negativa, diminuindo o número de tubetes com plantas vivas.

Para a variável “altura de plantas”, a adição crescente de R.S.O.U. nos substratos, apresentou um efeito negativo proporcional às quantidades utilizadas, entretanto, o crescimento foi homogêneo em todos os substratos, nas diferentes épocas e para os tipos de solos.

O número de folhas por planta foi menor, com o aumento da porcentagem de R.S.O.U., contudo o crescimento foi homogêneo em todos os substratos, nas diferentes épocas e para os dois solos.

Os melhores resultados em números de tubetes com plantas vivas ocorreram no regime de irrigação de 75% do valor diário determinado, embora não tenha havido diferença estatística entre os demais. Nesse regime de irrigação o melhor resultado observado foi para o substrato com 20% de R.S.O.U.

Para todos os regimes de irrigação houve um decréscimo no número de tubetes com plantas vivas com o aumento da idade das mudas (época).

O crescimento das mudas foi sempre positivo e homogêneo para todas as épocas e regimes de irrigação, não ocorrendo diferenças entre os regimes e irrigação.

A melhor uniformidade de crescimento no número de folhas por planta, verificou-se no regime de irrigação equivalente a 100% dos valores diários de irrigação.

Em mistura aos solos, o R.S.O.U. proporcionou melhoria química, especialmente, no aumento dos valores de pH, P, K, Ca, Mg, SB, T e V.

A relação C/N foi crescente com o crescimento da porcentagem de R.S.O.U. incorporado aos solos. No final, aos 79 dias, a maioria dos substratos estavam na faixa entre 1/7,7 a 1/14,7.

Ao descartarmos algum material deveríamos transformá-lo em algo para ser disposto ou destruído, sem causar impacto ao ambiente.

VI. REFERÊNCIAS

ABREU JUNIOR, C. H.; MURAOKA, T.; LAVORANTE, A. F.; ALVAREZ, V. F. C. Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto de lixo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 24, n.3, p. 635-657, 2000.

ABREU JUNIOR; C. H.; MURAOKA; T.; OLIVEIRA; F. C. Cátions trocáveis, capacidade de troca de cátions e saturação de bases em solos brasileiros adubados com composto de lixo urbano. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n.4, p. 813-824, 2001.

ABREU JUNIOR, C. H.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, F. C. Carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre em solos tratados com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 26, n.3, p. 769-780, 2002.

ADAMS, V.D. **Water & wastewater examination manual**. Chelsea: Lewis, 1990. 247p.

ADRIANO, D. C. **Trace elements in the terrestrial environment**. New York: Springer-Verlag, 1986. 533 p.

ALCOFORADO, P.U.G.; TRINDADE, A.V. Efeito do composto de lixo urbano nos teores de metais e outras características químicas do solo. In: FREITAS, P.L. (Ed.). **Cerrados: Fronteira Agrícola no Século XXI**. Goiânia: SBPS, 1993. p. 307 – 308.

ALVES, F. São Paulo tem mais de 2 mil áreas potencialmente contaminadas. **Saneamento Ambiental**, São Paulo, n. 7, p. 12 - 13, 1996.

ALVES, W. L. **Compostagem e vermicompostagem no tratamento do lixo urbano**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 47 p.

ALVES, W.L. **Efeito do composto orgânico de lixo na fertilidade do solo e na disponibilidade de nutrientes e de materiais pesados para o sorgo**. 1997. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

ALVES, W. L.; MELO, W. J.; FERREIRA, M. E. Efeito do composto de lixo urbano em solo arenoso e em plantas de sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 729-736, 1999.

AMORIM, V. P.; AGUIAR, M. I. As características físicas e químicas do lixo do Distrito Federal. **Limpeza Pública**, São Paulo, v.6, n.15, p.10-17, 1979.

ANDRIOLI, I. ; SACCHI, E. ; NISHIDA, L. T.; CENTURION, J. F. Efeito de modalidades de preparo e da aplicação de um composto orgânico nas propriedades físicas de um latossolo vermelho escuro textura média nas culturas de soja e milho. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23.,1991, Porto Alegre. p.143.

AYERS, R. S. Quality of water for irrigation. **Journal of Irrigation and Drainage**, Botucatu, v.103, p.135-154, 1977.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p.

AYUSO, M.; PASCUAL, J. A.; GARCIA, C.; HERNANDEZ, T. Evaluation of urban wates for agricultural use. **Soil Science and Plant Nutrition**, Bunkyo-Ku, v. 42, n. 1, p. 105-110, 1996.

BAKER, A.J.M.; MCGRATH, S.P.; SIDOLI, C.M.D.; REEVES, R.D. The possibility of in situ heavy metal decontamination of polluted soils using crops of metal-acumulating plants. **Resources, Conservation & Recycling**, Amsterdam, v.11, p41-49, 1994.

BARBIER, G.; CHABANNES, J. Interaction de la funnure organique et de l'azote mineral. **Agrochimica**, Versailles, v. 5, n. 3, p. 217-227, 1961.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 48 p. (Boletim Técnico, 78)

BELTRAME, L. F. S.; IOCHPE, B.; ROSA, S. M. da; MIRANDA, T. L. G. de. Lixiviação de íons em solo cultivado com arroz irrigado por inundação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 16, n. 2, p. 203-208,1992.

BENGSTON, G. W.; CORNETTE, J. J. Disposal of composted municipal waste in a plantation of young slash pine: Effects on soil and trees. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 2, n. 1, p. 441-444, 1973.

BENITES, V. M.; MENDONÇA, E. S. Propriedades eletroquímicas de um solo eletropositivo influenciadas pela adição de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 215-221, 1998.

BENVENUTO, C. Técnicas de remediação e contenção de aterros e lixões. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 4.ed. Viçosa: UFV, 1987. 488 p.

BERRIOS, M.R. **O lixo domiciliar**: a produção de resíduos sólidos residenciais em cidades de porte médio e a organização do espaço; o caso de Rio Claro, SP. 1986. Dissertação (Mestrado)- Instituto de Geociências e Estatística, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1986.

BERRIOS, M.R. Técnicas de amostragem de resíduos sólidos. In: MARTOS, H.L.; MAIA, N. B.(Coord.). **Indicadores ambientais**. Sorocaba, 1997.p.233-243.

BERTON, R. S.; VALADARES, J. M. A. S. Potencial agrícola de composto de lixo urbano no Estado de São Paulo. **O Agrônomo**, Campinas, v. 43, n.1, p.87-93, 1991.

BERRY, C. R.; MARX, D. H. Growth of lablolly pine seedlings in strip-muned kaolin spoils influenced by sewage. **Journal of Environment Quality**, Madison, v. 6, n. 4, p. 379-381, 1977.

BERTON, R.S. Utilização de composto de lixo na agricultura. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23.,1996, Águas de Lindóia. **Resumos...1 CD-ROM**

BORGES, A. L.; ALMEIDA, A. de A.; CALDAS, R. C. Adubação orgânica e química na formação de mudas de maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 17, n. 2, p. 17-22, 1995.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878 p.

CAMPOS, J.R. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbico e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 133.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretária Nacional de Defesa Agropecuária. **Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes:** métodos oficiais do Laboratório Nacional de Referência Vegetal. Brasília: LANARV, 1988. 104 p.

BRAUN, R. Effect of compost on plant and soil. In : INTERNATIONAL CONGRESS OF PUBLIC CLEANSING, 8., 1964, Viena. **Proceedings...**

BUCKMAN, H.O.;BRADY, N.C. **Natureza e propriedades do solo.** 2.ed. São Paulo: Freitas Bastos, 1968. 593 p.

CARDOSO NETO, F.; GUERRA, H. O. C.; CHAVES L. H. G. Nitrogênio residual em solo adubado com diferentes fontes e intervalos de aplicação de nitrogênio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 2, p. 161-168, 2006.

CARVALHO, C.M.; NOVAES, A.B.D.; SÃO JOSÉ, A.R.; BARBOSA, A.A.; SOUZA, I.V.B. Produção de mudas de espécies florestais de rápido crescimento. In: NOVAES, A.B. **Reflorestamento no Brasil.** Vitória da Conquista: UESB, 1992. p.93-103.

CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J.; PEREIRA, G. M.; PEREIRA, R. D. P.; QUEIROZ, T. M. Níveis de déficit hídrico em diferentes estádios fenológicos da cultura da berinjela. **Engenharia Rural**, Piracicaba,v. 24, n. 2. p. 301-308, 2004.

CASAGRANDE JUNIOR, J. G.; VOLTOLINI J. A.; HOFFMANN A.; FACHINELLO J. C., Efeito de materiais orgânicos no crescimento de mudas de araçazeiro (*Psidium cattleynum* S.). **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v. 2, n. 2, p. 187-191, 1996.

CASA//HSW.UOL Disponível em: <[http://casa.hsw.uol.com,br](http://casa.hsw.uol.com.br). Acesso em: 03 mar. 2009.

CATI. **Reciclagem de resíduos urbanos**. São Paulo. (Agricultura Sustentável, 7). Disponível em: <c://docume~1/vidaser/config>. Acesso em: 10 fev. 2009.

CHANYASAK, V. ; KATAYAMA, A. ; HIRAI, M.F. ; MORI, S. ; KUBOTA, H. Effects of compost maturity on growth of komatsuna (*Brassica rapa* var. *pervidis*) in Neubauer's pot. I. Comparison of growth in compost treatment with that in inorganic nutrient treatments as controls. **Soil Science and Plant Nutrition**, Bunkyo-Ku, v. 29,n.3, p. 239 – 250, 1983a.

CHANYASAK, V. ; KATAYAMA, A. ; HIRAI, M. F. ; MORI, S. ; KUBOTA, H. Effects of compost maturity on growth of komatsuna (*Brassica rapa* var. *pervidis*) in Neubauer's pot. I. Comparison of growth in compost treatment with that in inorganic nutrient treatments as controls. **Soil Science and Plant Nutrition**, Bunkyo-Ku, v. 29,n.3, p. 239 – 250, 1983b.

COELHO, F. S. ; VERLENCIA, F. **Fertilidade do solo**. 2.ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1977. 384p.

COLEGIOWEB.COM.BR. Disponível em: <<http://www.colegioweb.com.br/geografia/a-estrutura-da-população-mundial>>. Acesso em: 10 jan. 2009.

COLLIER, L. S. **Metais pesados em solos tratados com composto de resíduo sólido urbano**. 1999. 108f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1999.

COLOMBO, G. **Dizionario di urbanistica**. Milano: Pirola, 1981.p. 12.

COMLURB. **Informações sobre lixo e composto**: Relatório técnico apresentado nas reuniões para elaboração de sub-projeto de despoluição da Baía da Guanabara, Centro de Pesquisas Aplicadas, Rio de Janeiro, 1995, 16p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Resíduos sólidos industriais**: Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo, 1990.

CONSTRUFERT Industria e Comercio Ltda. **Composto orgânico**. São José do Rio Preto: s.n.,s.d.

CRAVO, M. S. **Composto de lixo urbano como fonte de nutrientes e metais pesados para alface**. 1995. 148f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Planta) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

CRAVO, M. S.; MURAOKA, T.; Caracterização de composto de lixo urbano de algumas usinas brasileiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 547-553, 1998.

DAMATTO JUNIOR, E. R. **Efeitos da adubação com composto orgânico na fertilidade do solo, desenvolvimento, produção e qualidade de frutos de bananeira 'Prata-anã' (Musa AAB)**. 2005. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; VILLAS BÔAS, R. L.; LEONEL, S.; FERNANDES, D. M. Alterações em propriedades de solo adubado com doses de composto orgânico sob cultivo de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 546-549, 2006.

DAY, P.R. Particle fractionation and particle - size analysis. In: BLACK, C.A. **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. part 1, cap. 43, p.545-567. (ASA, 9).

DELAS, J.; MOLOT, C. Effect de divers amendements organiques sur les rendements de mais et de la pome de terre cultivés en sol sableux. **Agronomie**, Paris, v. 3, n.1, p. 19 - 26, 1983.

DÉPORTES, I.; BENOIT-GUYOD, J.L.; ZMIROU, D. Hazard to man and the environment posed by the use of urban waste compost: a review. **The Science of the Total Environment**, v.172, p. 197-222,1995.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução: GHEYI, H.R.; SOUZA, A.A.; DAMASCENO, F.A.V.; MEDEIROS, J.F. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p.

DOTTO, S. E. **Índice de qualidade de água para culturas irrigadas**. 1994. 244f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento)- Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

DUGAN J. C.; WILES, C. Effect of municipal compost and nitrogen fertilizer on selected soils and plants. **Compost. Science**, Emmaus v.17, n.5, p. 24-31, 1976.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos de solo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1979.

EMBRAPA. **Atlas do meio ambiente no Brasil**. Brasília: Terra-viva, 1994. 138p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412 p.

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.

ENTERPA. **Usina de reciclagem e compostagem de lixo domiciliar**. São Paulo, s.d. 6p.

EQ.UFRJ.BR Disponível em: <<http://www.eq.ufrj.br>>. Acesso em: 03 mar. 2009.

ERDEM, T.; ERDEM, Y.; ORTA, H.; OKURSOY, H. Water-yield relationships of potato under different irrigation methods and regimens. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.63, n.3, p.226-31, 2006.

EVANS, D. E.; BRIARS, S. A.; WILLIAMS, L. E. Active calcium transport by plant cell membranes. **Journal Experimental Botany**, Oxford, v. 42, n.3, p. 285-303, 1991.

FACHINI, M.; GALBIATTI, J. A.; PAVANI, L. C. Níveis de irrigação e de composto de lixo orgânico na formação de mudas cítricas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 578-588, 2004.

FACTOR, T. L.; JAIRO A. C. de ARAÚJO; J. A. C. de; VILELLA JÚNIOR, L. V. E. Produção de pimentão em substratos e fertirrigação com efluente de biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 143–149, 2008.

FERNANDEZ, J.E.; MORENO, F.; HERNANDÉZ, J.M.; MURILLO, J.M. Influencia del aporte continuado de residuos sólidos urbanos sobre propiedades físicas del suelo. In: CONGRESO NACIONAL DE QUÍMICA, 7., 1987, Sevilla. **Anais...** 1 CD-ROM.

FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. **Reação do solo**. Jaboticabal: FCAV,UNESP, 2007. p. 24. Apostila.

FERRO NETO, A. Produção racional de composto de lixo urbano. In: SEMINÁRIO SOBRE USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E URBANOS EM FLORESTAS, 1., 1994, Botucatu. **Trabalhos apresentados...** Botucatu: FCA/UNESP, 1994. p.1-14.

FOLHA.UOL.BR. Disponível em:
<<http://www1.folha.uol.com.br/folha/mundo/ult94u373836.shtml>>. Acesso em: 10 jan. 2009.

FONSECA, E.P. **Padrão de qualidade de mudas de Trema micrantha (L.) Blume Cedrela fissilis Vell. e Aspidosperma polyneuron Müll. Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento.** 2000. 113 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

GADELHA, R. S. de S.; VIEIRA. A. ; GOES, A. de ; LIBECK, L. T ; COSTA R. A. Utilização de lixo fermentado na cultura do abacaxi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n5, p.477 – 479, 1988.

GALBIATTI, J.A. **Influência da incorporação de vermiculita expandida sobre alguns parâmetros hídricos de três solos.** 1983. 73f. Tese (Doutorado em Agronomia).- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, Seropédica 1983.

GALBIATTI, J. A.; ARAUJO, J. A. C.; ROLIM, L. A. Efeito da fertirrigação sobre o potencial matricial, a condutividade hidráulica, a umidade de saturação e desenvolvimento do feijoeiro. **Ciência Agrônômica**, Jaboticabal, v. 1, p. 18 - 19, 1986.

GALBIATTI, J. A.; CASTELLANE, P. D. Efeito da irrigação e das adubações mineral e orgânica na cultivar de cebola Piralopes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 8, n.1, p.24, 1990.

GALBIATTI, J. A. **Efeito do uso contínuo de efluente de biodigestos sobre algumas características físicas do solo e o comportamento do milho (Zea Mays L.)**. 1992. 212f. Tese (Livre Docente) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1992.

GALBIATTI, J. A.; BORGES, M. J.; BUENO, L. F.; GARCIA, A.; VIEIRA, R.D. Efeito de diferentes períodos de irrigação no desenvolvimento, produção e qualidade de **sementes** de milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, 2004.

GALBIATTI, J. A.; LUI, J.J.; SABONARO, D. Z.; BUENO, L.F.; SILVA, V.L. Formação de mudas de eucalipto com utilização de lixo orgânico e níveis de irrigação calculados por dois métodos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, 2007.

GENEVINI, P.L. ; TANO, F. ; BOCCHI,S. ; ZACCHEO, P. Effecto di due matici organiche sulla fertilitá chimica del terreno e sulla disponibilitá dei metalli pesanti. **Agrochemical**, v.35, p.190 – 198, 1991.

GIANINI, R.J **Desigualdade social e saúde na América latina**. São Paulo: Annablume, 1995.

GLÓRIA, N. A. Uso agrônômico de resíduos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. **Anais...**p.195-212.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; BORGES, R.C.C.; FONSECA, E.P. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em “Win-Strip”. **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, n.1, p.35-42, 1991.

HE, X. ; TRAINA, S. J. Chemical properties of municipal solid waste composts. **Journal Environment Quality** , v.21 p.318 – 329, 1992.

HENIN, S.; GRAS, R.; MONNIER, G. **Os solos agrícolas**. Rio de Janeiro: Forense, Universitária, 1976. 327 p.

HERNANDO, S. ; LOBO, M. C. ; POLO, A. Effect of the application of a municipal refuse compost on the physical and chemical properties of a soil. **The Scienci Total Environment**, v.81, p.89-596, 1989.

HERNANDEZ, T. ; GARCIA, C. ; COSTA, F. ; VALERO, J. A. ; AYUSO, M. Utilización de resíduos urbanos como fertilizantes orgânicos. **Suelo Y Planta** , Madrid, v.2, p.373 – 383, 1992.

HERNANDEZ, F. B. T. **Manejo da Irrigação**. abr 2006. Disponível em:<<http://www.agr.feis.unesp.br/curso3.htm>.> Acesso em: 30 out. 2006.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico São Paulo: Migração e Deslocamento**. Brasília: Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão, 2000.

IGUE, K.; PAVAN, J. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: **Adubação verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargil, 1984. p.232-267.

JAHNEL, M. C.; MELLONI, R.; CARDOSO, E. J. B. N. Maturidade de composto de lixo urbano. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n. 2, p. 301-304 , 1999.

JARDIM, N.S. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - CEMPRE, 1995. 278p.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: relações solo – planta**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1979. 264p.

KIEHL, E.J.; PORTA, A. **Análises de lixo e composto**: métodos de amostragem, preparo da amostra, análises, cálculos e interpretações dos resultados analíticos. Piracicaba: ESALQ, USP, 1980. p. 55.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KLAR, A. E. **Irrigação**: frequência e quantidade de aplicação. São Paulo: Nobel, 1991. 156p.

KURIHARA, K. Urban and industrial wastes as fertilizer materials. In: **Organic matter and rice**. Los Banos: IRRI, 1984.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2000. 531 p.

LEÃO, A.L. Geração de resíduos sólidos urbanos e seu impacto ambiental. In: LEITE, C.B.B. **Lixiviação do nitrogênio em cultura do feijão** (*Phaseolus vulgaris* L.). 1993. 112f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

LEMMERMANN, O.; BERENS, O. On the influence of manuring on the permeability of soils. **Zelischuft fuer. Pflanzenerrahrung Boderrunde**, v.37, p. 174-192, 1935.

LIMA, L.M.Q. **Tratamento de lixo**. São Paulo: Hemus, 1991. 240 p.

LOPES, A. S.; VALPASSOS, M. A. R.; CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, A. Permeabilidade e agragação de um latossolo vermelho sob três sistemas de manejo no município de Jaboticabal - SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, 2003.

LOPES, A. S.; PAVANI, L. C.; CORÁ, J. E., ZANINI, J. R.; MIRANDA, H.A. Manejo da irrigação (tensiometria e balanço hídrico climatológico) para a cultura do feijoeiro em sistemas de cultivo direto e convencional. **Engenharia Rural**, v.24, n. 1. p. 89-100, 2004.

LUCENA, A. M. A. de; ALMEIDA, F. A. C.; COSTA, F. X.; GUERRA, H. O. C. Emprego de substratos irrigados com água de abastecimento e residuária na propagação do flamboyant. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v. 6, n. 1, p. 115 – 121, 2006.

MACHADO, P.A.L. **Direito ambiental brasileiro**. São Paulo: RT, 1982. p.4.

MACHADO, P.A.L. . Ação civil pública (ambiente consumidor, patrimônio cultural) e Tombamento. **Revista dos Tribunais**, 1987.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 210 p.

MALAVOLTA, E.; VTTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

MALAVAOLTA, E. **Manual da nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 2006. 638 p.

MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da; BARBOSA, J. C. Alterações nos atributos de fertilidade em Solo adubado com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 817-824, 2005.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Adequação da época de paralisação das irrigações em tomate industrial no Brasil Central. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.11, n.2, p.118-21, 1993.

MARTENS, D. A. ; FRANKENBERGER JR, W. T. Modification of infiltration rates in na organic amended irrigated soil. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, p. 707-717, 1992.

MARTOS, H.L.; MAIA, N.B. (Coord). **Indicadores ambientais**. Sorocaba: s.n, 1997. p. 213 - 222.

MATHEUS, C.E. ; MORAES, A.J. de, TUNDISI, T.M.; TUNDISI, J.G. **Manual de análises limnológicas**. São Carlos: Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, USP, 1995. 62p.

MATHERS, A.C. ; STENART, B.A. ; THOMAS, D. Manure effects on water intake and runoff quality from irrigated grain sorghum plots. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.41, p. 782 - 785, 1997.

MAZURAK, A.P.; COSPER, H.R.; RHOADES, H.F. Rate of water entry into irrigated chestnut soil as effected by 39 years of cropping and manurial practices. **Agronomy Journal**, Madison, v.47, p. 490-493, 1955.

MEEK B.; GRAHAM, L.; DO NOVAN, T. Long-term effects of manure on soil nitrogen, phosphorus, potassium, sodium, organic matter and water infiltration rate. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 46, p. 1014 - 1019, 1982.

MELLO, S. C.; VITTI, G. C. Desenvolvimento do tomateiro e modificações nas propriedades químicas do solo em função da aplicação de resíduos orgânicos, sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 200-206, 2002.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O.; SILVA, F.C.; BOARETTO, A.E. Uso de resíduos sólidos urbanos na agricultura e impactos ambientais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: EMBRAPA/SBCS, 1997. 1 CD-ROM.

MONTEIRO, J. H. P. **O composto orgânico no combate a erosão pluvial**. Rio de Janeiro: Centro de Pesquisas Aplicadas da COLURB, 1981. p. 3.

MORAES, J. F. V. Movimento de nutrientes em latossolo vermelho-escuro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.1, p.85-97, 1991.

MURAISHI, R. I. **Compostos orgânicos como substratos na formação de mudas de ipê amarelo [*Tabebuia chryso-tricha* (mart. ex dc.) standl.] irrigado com água servida**. 2008. 39 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

N'DAYGAMIYE, A., ANGERS, D.A. Effects de l'apport prolonge de fumier de bovins sur quelques propriétés physiques et biologiques d'un loam limoneux neuboiss sous culture de maïs. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.70, p. 259 - 262, 1990.

NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; NOVAIS, R. F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p. 330.

NOBILE, F. O. de; GALBIATTI, J. A.; KUADA, D. H.; RIBEIRO, A. G. Efeitos de níveis de irrigação e tipos de resíduos na emergência e desenvolvimento de plantas de alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: SBEA, 2004. 1 CD ROM

NOBILE, F. O. de; GALBIATTI, CORDIDO, J. P. B. R.; ANDRIÃO, M. A.; J. A.; MURAISHI, R. I. Avaliação de níveis de irrigação e a utilização de composto de lixo orgânico na formação de mudas cítricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBEA, 2006a. 1 CD-ROM.

NOBILE, F. O. de; GALBIATTI, J. A.; MURAISHI, R. I.; CORDIDO, J. P. B. R.; ANDRIÃO, M. A. Doses de composto de lixo no substrato e dois níveis de irrigação em

crisântemo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, 2007, Bonito. **Anais...** Bonito: SBEA, 2007a. CD-ROM.

NOBILE, F. O. de; GALBIATTI, J. A.; MURAISHI, R. I. Contamination of seepage water in lettuce crop superficially irrigated with water containing urban sewage and treated water in green house In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 37., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBEA, 2008. 1 CD-ROM.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.

NUERNBERG, N. J. ; STAMMEL, J.G.; CABEDA, M. S. U. Efeito de sucessão de culturas e tipos de adubação em características físicas de um solo da encosta basáltica sul rio-grandense. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.10,p.185-190, 1986.

OGATA,M.G. **Os resíduos sólidos na organização do espaço e na qualidade do ambiente urbano: uma contribuição geográfica ao estudo do problema na cidade de São Paulo**, Rio de Janeiro: IBGE, 1983. 188p.

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R.; ABREU Jr., C. H. Alterações em atributos químicos de um latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 529-538, 2002.

PACHECO, A., REBOUÇAS, A. C. Recomendações para uma legislação Brasileira de águas subterrâneas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 1984, Fortaleza. **Anais...**

PEIXOTO, E.T.G. **Compostagem**: opção para o manejo orgânico do solo. Londrina: IAPAR, 1988. 48 p. (Circular, 57).

PEIXOTO, J. R.; PADUA, T. de. Efeito da matéria orgânica, do superfosfato simples e do cloreto de potássio na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n.4, p 417-422, 1989.

PEREIRA NETO. J.T. **O saneamento básico e sua necessidade**. Viçosa: UFV, Imprensa Univversitária, 1980. 17 p. (Boletim Técnico, 33).

PEREIRA NETO, J. T. **Um sistema de Reciclagem e Compostagem, de baixo custo, de Lixo Urbano para Países em Desenvolvimento**. Viçosa: UFV, 1995. 16 p.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 2009. p. 408.

PT.WIKIPEDIA.ORG Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org>>. Acesso em: 10 jan. 2009.

PWP.NETCABO Disponível em: <<http://www.pwp.netcabo>>. Acesso em: 15 mar. 2009.

RAIJ, B. van; ZULLO, M.A.T. **Métodos de análise do solo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1977. 16p. (Circular, 63).

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. 170p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 1997. p. 39. (Boletim Técnico 100).

RAIJ, B van; ANDRADE, J. C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2001. p. 285.

RODRIGUES, M. G.; SANTOS, A. R. dos. Efeito da adubação com resíduo orgânico em Latossolo Amarelo coeso na produção da *brachiaria decumbens* stapf. e no acúmulo de metais pesados. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 14, n. 2, 2002. (on-line).

RUIZ, H.A.; TEIXEIRA, E.A. Retenção de água em materiais de solos tratados com dois compostos orgânicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23., 1991, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991.

RUPPENTHAL, V.; CASTRO, A. M. C. Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção de gladiolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n.1, p. 145-150, 2005

SABONARO, D. Z. **Utilização de composto de lixo urbano na produção de mudas de espécies arbóreas nativas com dois níveis de irrigação**. 2006. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

SALVATORE, P. **Tutela pública dell'ambiente in rassegna semestrale dell'unione nazionale avvocati degli enti pubblici**. Roma, 1976. p.343.

SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. 491 p.

SANTOS, H.G. et al. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2006. 306 p.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1974. 56p.

SHAYMUKHAMETOV, M.S. Fixation of organic matter in sod-podzolic soils as a means of cultivation. **Soviet Soil Science**, New York,v.4, p. 428 - 436, 1971.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos, 1999. 370 p.

SILVA, J.A. **Direito urbanístico brasileiro** .São Paulo: RT, 1981. p.435.

SILVA, M. J.; GROKE JUNIOR, P.H. A importância da educação ambiental para a coleta seletiva de lixo - a experiência da Cia. Suzano. In: SEMINÁRIO SOBRE USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E URBANOS EM FLORESTAS, 1994, Botucatu. **Trabalho Apresentado...** Botucatu: FCA-UNESP, 1994. p. 41 - 55.

SOUZA, L. D. N. de (Ed.). **Adubação orgânica**. Rio de Janeiro: Editora Tecnoprint, 1989. 116p.

SOUZA, M. de. Nutrição e adubação para produzir mudas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n. 102, p. 40-43, 1983.

STICKELBERGER, D. Survey of city refuse composting In: **Organic matters as fertilizers**. Roma:FAO, 1975. p.185-200. (Soils Bulletin, 27).

TROEH, F. R.; THOMPSON; L. M. **Solos e fertilidade do solo**. São Paulo: Andrei, 2007. 718 p.

UNESP Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/estacao.>>. Acesso em: 25 fev. 2009.

VICTÓRA, C.G. **Epidemiologia da desigualdade**. São Paulo: HUCITEC, 1989.

VILLELA JUNIOR, L. V. E.; ARAÚJO, J. A. C. de; FACTOR, T. Estudo da utilização do efluente de biodigestor no cultivo hidropônico do meloeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 72-79, 2003.

VOLK, V. V.; ULLERY, C. H. **Disposal of municipal wastes on sandy soils**: report to the boeing by Departament of Soil Science. Corvalles: Oregon State University, 1973.

XIN, T.H.; TRAINA, S.J.; LOGAN, T.J. Chemical properties of municipal solid waste compost. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.21, n.4, p.318-29, 1992.

WEBBER, L. R. Incorporation of nonsegregated, noncomposted solid waste and soil physical properties. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.7, n.3, p.397 – 400, 1978.

WEIL, R. R.; KROONTJE, W. Physical conditions of a Davidson clay loam after five years of heavy poultry manure applications. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.8, n.3, p. 387 - 392, 1979.