



**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA
COORDENAÇÃO GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS
AMBIENTAIS**

CÍNTYA RODRIGUES MONTE



**EFEITO RESIDUAL DO LODO DE ESGOTO NA
CULTURA DE CENOURA (*Daucus carota* L.):
aspectos socioeconômicos e de fertilidade**

Recife

Março / 2009

Cíntya Rodrigues Monte

**EFEITO RESIDUAL DO LODO DE ESGOTO NA
CULTURA DE CENOURA (*Daucus carota* L.):
aspectos socioeconômicos e de fertilidade**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Desenvolvimento de Processos
Ambientais da Universidade Católica de Pernambuco
como pré requisito para obtenção do título de **Mestre
em Desenvolvimento de Processos Ambientais.**

Área de Concentração: Desenvolvimento em
Processos Ambientais

Linha de Pesquisa: Tecnologia e meio ambiente.

Orientadora: Profa. Dra. Armanda Saconi Messias

Co-orientador: Prof. Dr. José Edson Gomes de Souza

Recife

Março / 2009

Lxxx Monte, Cíntya Rodrigues

Efeito residual do lodo de esgoto na cultura de cenoura (*Daucus carota* L.): aspectos socioeconômicos e de fertilidade / Cíntya Rodrigues Monte; orientadora Arminda Saconi Messias, co-orientador José Edson Gomes de Souza, março de 2009.

xx f.: il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Pernambuco. Pró – reitoria Acadêmica. Curso de Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais, 2009.

1. Lodo de esgoto. 2. Lodo de esgoto como adubo. 3. Resíduos sólidos. 4. Estatística. 5. Cenoura. I. Título.

CDU xxx.xxx

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Dra. Arminda Saconi Messias - Orientadora
UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO, Recife-PE

Prof. Dr. Valdeír Alexandre dos Santos
UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO, Recife-PE

Profa. Dra. Lúcia Helena da Silva Maciel Xavier
FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO, Recife-PE

Dedico este trabalho

À minha amada e inesquecível mãe Cléa Rodrigues Vilela (*in memoriam*).

A Deus, responsável por minha existência.

À minha filha Camila Lorena, pela paciência, espera e compreensão nas horas em que não pude estar presente em sua vida.

Ao meu esposo Adail Medeiros, pelo apoio e companheirismo nos momentos mais difíceis, me incentivando a correr atrás dos meus sonhos.

Aos meus amados irmãos Sidney e Alexandre, pela amizade, afeto, carinho, confiança, lealdade, incentivo e companheirismo em todos os momentos .

À minha orientadora Profa.Dra. Arminda Saconi Messias, que me aconselhou durante este percurso e cujos ensinamentos foram de grande valia, tornando o caminho “espinhoso” do aprendizado científico em algo um pouco mais “suave”, através de seu profissionalismo, otimismo, determinação, dinamismo, entusiasmo, ética, dedicação e amizade.

AGRADECIMENTOS

A Vanessa Natália de Lima, pela dedicação, amizade, paciência e disponibilidade.

A Marcelo Oliveira Menezes, pelo precioso apoio e dedicação nas análises laboratoriais.

Ao professor José Edson Gomes de Souza, pelo apoio na análise estatística.

Ao professor Sergio Carvalho de Paiva, pela colaboração nas análises laboratoriais.

Ao professor Valdemir Alexandre dos Santos, pelos ensinamentos e profissionalismo.

A professora Cynthia Xavier de Carvalho, pelo apoio nos dados socioeconômicos.

Ao professor José Maurício Pereira pelo apoio na coleta de dados na CFU.

A todos os meus colegas de turma, Luiz, Ridelson, Francisco, Ormiro, Selma, Roberto, Adamares e Rosileide por compartilhar os momentos de alegrias e preocupações no decorrer do curso.

Às minhas amigas Maria Lopes, Fabiana América e Micheline, pelo carinho e atenção que me dispensaram no decorrer do curso.

À minha amiga Zita Oliveira, pela sincera amizade, sempre.

À minha cunhada Juliene Soares Rodrigues, pelo apoio e incentivo.

Ao professor Dr. Maurilo José dos Santos, pelo incentivo, amizade e profissionalismo.

À professora Apuena Gomes Vieira pela amizade, incentivo e compreensão.

À professora Matilde Medeiros de Araújo, pelo incentivo e apoio.

À secretária do curso Nicéias Isabel Alves, pelo profissionalismo e dedicação.

Ao funcionário Moacir Ferreira, pela colaboração na manutenção dos equipamentos

À Rede CCI/FIUC, pela oportunidade de desenvolver o projeto.

À Comunidade Famílias Unidas de Camaragibe, ao Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA e aos responsáveis pela Estação de Tratamento de Esgoto do Terminal Integrado de Pernambuco - ETE/TIP- Curado, pelo espaço físico, apoio técnico e resíduo sólido.

A todos os professores e à Coordenadora do Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais, os meus sinceros agradecimentos.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	v
SUMÁRIO	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE SÍMBOLOS	x
LISTA DE ABREVIATURAS	xii
RESUMO	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO 1	15
1.1 Introdução.....	15
1.2 Objetivos.....	17
1.2.1 Objetivo Geral.....	17
1.2.2 Objetivos Específicos.....	17
1.3 Revisão de Literatura.....	18
1.3.1 Resíduo Sólido.....	18
1.3.2 Lodo de Esgoto.....	19
1.3.2.1 Características físico-químicas do lodo de esgoto.....	22
1.3.3 A Matéria Orgânica do Solo (MOS).....	24
1.4 Aspectos Socioeconômicos.....	27
1.5 Solos.....	30
1.5.1 Argissolo (antigo Podzólico).....	31
1.6 Cenoura (<i>Daucus carota</i> L.).....	33
1.7 Referências.....	37

CAPÍTULO 2

Avaliação socioeconômica e de fertilidade do efeito residual do lodo de esgoto em solo cultivado com cenoura.....	43
Resumo.....	43
Abstract.....	44
Introdução.....	44
Material e Métodos.....	46
Resultados e Discussão.....	48
Agradecimentos.....	51
Conclusões.....	51
Referências.....	52
ANEXO	60
Capítulo 2: INSTRUÇÕES PARA SUBMISSÃO DE TRABALHOS NA REVISTA PAB – Pesquisa Agropecuária Brasileira.....	60

LISTA DE FIGURAS

		Página
CAPÍTULO 1		
Figura 1	Fluxograma de uma Estação de Tratamento de Esgoto – ETE...	20
Figura 2	Composição volumétrica típica de um solo.....	25
Figura 3	Argissolo Vermelho (antigo Podzólico Vermelho-Amarelo).....	32
CAPÍTULO 2		
Figura 1	Pesos (a) e escores (b) para as duas primeiras componentes principais para análise do solo cultivado com cenoura.....	57
Figura 2	Pesos (a) e escores (b) para as duas primeiras componentes principais para análise da cenoura (raiz).....	58
Figura 3	Pesos (a) e os escores (b) para as duas primeiras componentes principais para análise da folha da cenoura.....	58

LISTA DE TABELAS

		Página
CAPÍTULO 1		
Tabela 1	Composição de macronutrientes em resíduos orgânicos.....	21
Tabela 2	Composição de micronutrientes em resíduos orgânicos.....	21
Tabela 3	Composição química de lodo de esgoto das Estações de Tratamento de Esgoto - ETE, da região metropolitana de São Paulo (SABESP) e de Curitiba (SANEPAR).....	23
Tabela 4	Concentrações máximas admissíveis de substâncias inorgânicas no lodo de esgoto e nos solos que recebem lodo.....	24
Tabela 5	Composição nutricional de 100 gramas de raízes de cenoura crua.....	34
Tabela 6	Valores médios da composição mineral em mg / 100 g de folhas de cenoura.....	34
Tabela 7	Composição mineral da raiz de cenoura.....	35
Tabela 8	Principais cultivares de cenoura disponível no mercado e suas características.....	36
CAPÍTULO 2		
Tabela 1	Características químicas do lodo de esgoto da Estação de Tratamento de Esgoto do Terminal Integrado de Pernambuco - ETE / TIP, Recife, Pernambuco.....	56
Tabela 2	Efeito do lodo de esgoto em atributos do solo cultivado com cenoura.....	56
Tabela 3	Valores médios de nitrogênio, sódio e potássio absorvidos pela raiz e folha e produção da cenoura.....	57

LISTA DE SÍMBOLOS

Al ⁺	Alumínio
β	Beta
B	Boro
Ca ²⁺ (Ca)	Cálcio
Cl	Cloreto
Cm	Centímetro
cm s ⁻¹	Centímetro por Segundo
cmol _c kg ⁻¹	Centimol de Carga por Quilograma
C=O	Radical Alcoíla
Co	Cobalto
CO ₂	Dióxido de Carbono
COOH	Radical Carboxílico
Cu	Cobre
Fé	Ferro
G	(o) Grama
g kg ⁻¹	Grama por Quilograma
H ₂ O	Água
K	Coeficiente de Permeabilidade
K	Potássio
Kcal	Quilocalorias
kg ha ⁻¹	Quilograma por Hectare
Km	Quilômetro
M	metro
Mg	Miligrama
Mg	Magnésio
mg kg ⁻¹	Miligrama por Quilograma
Mg ha ⁻¹	Megagrama por Hectare
mg L ⁻¹	Miligrama por Litro
Mm	Milímetro
Mn	Manganês

Mo	Molibdênio
N	Nitrogênio
Na	Sódio
Ni	Níquel
NO ₃ ⁻	Nitrato
OH – fenólico	Radical Hidroxílico – Fenólico
°C	Grau Celsius (centígrado)
%	Pe(o)rcentual
P	Fósforo
Pb	Chumbo
PO ₄ ⁻³	Fosfato
S	Enxofre
SO ₄ ⁻²	Sulfato
t/ha (t ha ⁻¹)	Tonelada por Hectare
UI	Unidade Internacional
Zn	Zinco

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AF	Ácido Fúlvico
AH	Ácido Húmico
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CNPH	Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
DF	Distrito Federal
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos
EVA	Evapotranspiração Anual
IPA	Instituto Agrônomo de Pernambuco
LE	Lodo de Esgoto
MOS	Matéria Orgânica do Solo
NBR	Norma Brasileira de Registro
PA	Precipitação Anual
pH	Potencial Hidrogeniônico
RALF	Reator Anaeróbico de Leito Fluidizado
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SEAE	Secretaria do Desenvolvimento Econômico
SP	São Paulo
TIP	Terminal Integrado de Passageiros de Pernambuco
USEPA	United States Environmental Protection Agency (Agência de proteção Ambiental dos Estados Unidos)
USP	Universidade de São Paulo

RESUMO

A influência do lodo de esgoto nos atributos de fertilidade em solos cultivados em regiões tropicais, ainda é pouco conhecida. A fim de colaborar com as pesquisas nessa área, foi conduzido um experimento de campo na Comunidade Famílias Unidas, situada no município de Camaragibe, Pernambuco, para ser avaliado o efeito residual do lodo de esgoto na cultura da cenoura, após o plantio de rabanete. O intuito da pesquisa é também verificar quais benefícios socioeconômicos seriam proporcionados pela experiência do uso de lodo de esgoto na cultura escolhida. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos (zero, 25, 50 e 75 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto mais 25 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto vermicompostado com a minhoca Vermelha da Califórnia. Resíduos provenientes da ETE/TIP-Curado, Recife/PE) e três repetições. Os canteiros de alvenaria, de acordo com o espaço físico, medem 1 m de largura por 6 m de comprimento e 0,20 m de profundidade, com 21 fileiras espaçadas de 0,35 m entre fileiras e 0,15 m entre plantas, sendo consideradas nas avaliações as plantas centrais, com área útil de 2 m². O plantio da cenoura foi realizado por meio de semeadura direta. Foram realizados os tratos culturais normais para a cultura. A colheita foi realizada fazendo - se amostragem na área útil estipulada para os canteiros, em 10 pontos eqüidistantes. Também foi realizada a amostragem do solo, coletando-se sub-amostras em zig-zague que originaram uma amostra composta por canteiro, para análise química. Através da análise estatística (PCA) dos resultados, percebe-se que a dose correspondente a 25 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto e de lodo de esgoto vermicompostado está apresentando resultados promissores para a agricultura.

Palavras-chave: resíduo sólido, solos, fertilidade, hortaliças, produção

ABSTRACT

The influence of sewage sludge in the attributes of fertility in soil grown in tropical regions, yet little is known. In order to collaborate with research in this area will be conducted a field experiment in the Community Families United, located in the municipality of Camaragibe, Pernambuco, to be evaluated the residual effect of sewage sludge in the cultures of carrot and pepper, after planting of radish. The purpose of the search is also check which socio-economic benefits may be offered by the experience of the use of sewage sludge on crops chosen. The experiment will continue with the design of blocks, with five treatments (zero, 25, 50 and 75 Mg ha⁻¹ of sewage sludge and 25 Mg ha⁻¹ of sewage sludge with the Red vermicompostado of California. Wastes from ETE/TIP-Curado, Recife / PE) and three repetitions. The plots of masonry measuring 1 m wide and 6 m long and 0.20 m deep, with 21 rows spaced between rows of 0.35 m and 0.15 m between plants, being considered in the ratings central plants, with 2 m² of floor area. The planting of carrot will be accomplished through direct seeding, and the pepper by transplanting. Will be made the cultural standard treatment for the crops. Harvesting is carried out according to length of each culture, making useful sampling in the area required for the flowerbeds, on 10 points equidistant. At the end of the harvest you will be sampling the soil, collecting up sub-samples in a zigzag to create a composite sample garden, for chemical analysis. Through statistical analysis of the results so far, we find that the dose equal to 25 Mg ha⁻¹ of sewage sludge is showing more promising results for agriculture.

Keywords: solid waste, soil, fertility, vegetables

CAPÍTULO 1

1.1 Introdução

Há milênios a matéria orgânica é considerada como importante fonte de fertilidade para os solos e, por esta razão, resíduos orgânicos provenientes das atividades humanas são usados como fertilizantes há milhares de anos pelos chineses, japoneses e indianos (KIEHL, 1985).

A utilização do lodo de esgoto como adubo orgânico tem sido mencionada como uma alternativa para destino final deste resíduo, principalmente, pelo seu alto teor de nutrientes e pela sua atuação como condicionante das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (SOUZA et al., 2007; COLODRO, 2005).

No aspecto ambiental, sendo o solo utilizado como destino final dos resíduos sólidos e dos efluentes, os mananciais são poupados da poluição, além de favorecer um maior equilíbrio na distribuição do carbono no ambiente. Desta forma, respeitando a profundidade do lençol freático, a distância de mananciais e, principalmente, a dose não poluidora, e considerando, também, o baixo custo relativo e à possibilidade de redução da carga de poluentes dos mananciais, o uso do lodo de esgoto constitui uma alternativa de melhoramento da estrutura do solo e de sua fertilidade, principalmente pelos acréscimos de material orgânico (COLODRO, 2005).

O lodo de esgoto (LE), subproduto gerado nas estações de tratamento de esgotos urbanos e industriais, tem sido objeto de estudo por pesquisadores de diversas áreas (FERREIRA, 2008; SILVA, 2008; BARBOZA, 2007; MESSIAS et al., 2006). Este material constitui hoje um sério problema, em consequência do aumento da população urbana, provocando o crescimento do volume de esgoto sanitário coletado pelas redes de captação das cidades. Atualmente, as perspectivas de desenvolvimento e a expectativa de incremento da produção de lodo pela ampliação da rede de coleta e tratamento de esgoto caracterizam a questão como um dos mais graves passivos ambientais urbanos no Brasil. Não se dispõe de dados consistentes referentes à produção de lodo, sendo que para os resíduos sólidos são estimados em 100 milhões de toneladas por ano, incluindo o lodo de

esgoto. A destinação final inadequada desse resíduo pode ocasionar sérios problemas de poluição ao ambiente, causando a disseminação de doenças e a contaminação do lençol freático e das águas superficiais por elementos potencialmente tóxicos como, por exemplo, os metais pesados, bem como por nitrato e fosfato (PEDROZA et al., 2003).

Dessa forma, o uso de lodo de esgoto na agricultura está sendo indicado como uma das alternativas para minimizar o risco ambiental, bem como para garantir a reciclagem de nutrientes, desde que se disponha de informações básicas sobre as propriedades adquiridas pelo solo ao interagir com os resíduos, principalmente em condições tropicais, em que os estudos são escassos (BOEIRA & SOUSA, 2007; OLIVEIRA & MATTIAZZO, 2001). O uso do LE na agricultura constitui uma alternativa de melhoramento da estrutura do solo, pois fornece matéria orgânica, macro e micronutrientes para as plantas, atuam como condicionador e potencializador de nutrientes, função principal do conteúdo orgânico do resíduo, podendo até substituir parte da fertilização mineral. Embora a matéria orgânica em solos minerais represente menos de 5 % dos componentes sólidos (SILVA et al., 2002), ela é responsável por cerca de 70 a 80 % da capacidade de troca catiônica (CTC) em solos tropicais.

Entretanto, seu uso no solo agrícola necessita de estudos amplos e cuidadosos, pois pode conter contaminantes orgânicos e inorgânicos, dentre estes os metais pesados como cádmio, chumbo, cobre, crômio, níquel e zinco que tendem a permanecer no solo por um período indeterminado. O cádmio, por exemplo, pode ter um tempo de meia-vida no solo de até 1.100 anos (NOGUEIRA et al., 2007). Esses metais podem acumular-se na cadeia alimentar e na água, tornando-se tóxicos a microrganismos, plantas e animais (NASCIMENTO et al., 2004).

Conhecidas as características físico-químicas do LE e a existência, ou não, de contaminantes, se podem estudar as alternativas, para eficiência de disposição, viáveis para minimizar desperdícios econômicos e riscos ambientais (OLIVEIRA-SILVA et al., 2001; ARAÚJO FILHO et al., 2000; BETTIOL & CAMARGO, 2000).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar o potencial do lodo de esgoto como matéria-prima de atividades agrícolas, através do seu efeito residual, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e elevação de renda familiar, atendendo aos aspectos econômicos, sociais e de preservação do ambiente.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o aproveitamento do lodo de esgoto no processo de fertilidade do solo, através do seu efeito residual, após o plantio de rabanete.
- Identificar a dose adequada de lodo de esgoto, que proporcione maior produtividade da cenoura.
- Avaliar a utilidade e a viabilidade da prática do uso do lodo de esgoto na agricultura, tanto em termos econômicos como em termos sócio-ambientais.

1.3 Revisão de Literatura

1.3.1 Resíduo Sólido

Os resíduos sólidos são aqueles encontrados em estado sólido ou semi-sólido resultado das atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas, de serviços e de varrição, além de lodos provenientes de ETEs (Estação de Tratamento de Esgotos), aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como de determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou que exijam para isso soluções tecnicamente inviáveis, em face da melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

Sua classificação se dá através da ABNT – NBR 10.004/2004 como Classe I (perigosos), Classe II-A (não inertes) e Classe II-B (inertes), de acordo com sua periculosidade e suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, patogenicidade e toxicidade. Essa classificação está baseada na análise do lixiviado (NBR 10.005) e do solubilizado (NBR 10.006) nas amostras de resíduos coletadas, segundo NBR 10.007.

A palavra resíduo deriva do latim *residuu*, significando aquilo que resta de qualquer substância. Logo, porém, foi adjetivada com a palavra “sólido” para diferenciar dos restos líquidos (efluentes) lançados com os esgotos domésticos, como também das emissões gasosas das chaminés à atmosfera (ABNT, 2004).

Apesar de não existirem soluções definitivas para a disposição final de resíduos sólidos, a mais utilizada é o aterro que, segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental-CETESB (1993), é definido como “um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente o lixo domiciliar, que fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite uma confinamento segura, em termos de controle da poluição ambiental e proteção ao meio ambiente”.

Segundo Marciano et al. (2001), resíduos industriais e urbanos têm sido utilizados na agricultura como corretivo de acidez, principalmente devido à necessidade de minimizar os efeitos nocivos do acúmulo de nutrientes nos centros de produção.

Como alternativa, está surgindo, ainda a nível experimental, a possibilidade de emprego do resíduo sólido na agricultura, após a devida compostagem. Esta prática, além de solucionar um problema sério de ordem sanitária, proporciona a produção de um adubo orgânico de qualidade, isento de patógenos, que se conhece pelo nome de composto

urbano (FERREIRA, 2008; SILVA, 2008; BARBOZA, 2007; SANGOI et al., 2007; SOITO, 2007; MESSIAS et al., 2006; SILVEIRA, 2001; FISCH, 1992).

A compostagem é definida como um processo aeróbio controlado, desenvolvido por uma colônia mista de microrganismos, efetuada em duas fases distintas: a primeira, quando ocorrem as reações bioquímicas de oxidação mais intensas predominantemente termofílicas; a segunda, ou fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação. O período de compostagem depende do processo utilizado e do tipo de material a ser compostado. Geralmente, varia de 25 a 35 dias para a primeira fase e de 30 a 60 dias para a segunda (MESSIAS & MORAIS, 1996; MESSIAS et al., 1996; PEREIRA NETO, 1989).

Com relação à presença de metais pesados, a Legislação norte-americana estabelece (CETESB, 1993) que, nos casos em que a concentração destes metais no lixiviado ultrapassarem $0,5 \text{ mg L}^{-1}$, os resíduos deverão ser dispostos em aterros industriais com as seguintes características: (a) existência de uma camada de solo argiloso (coeficiente de permeabilidade $K \leq 10^{-7} \text{ cm s}^{-1}$) de, no mínimo, 3,0 m de espessura, diretamente sob a superfície do aterro; (b) distância mínima de 4,5 m entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível histórico do lençol freático (coeficiente de permeabilidade máxima $K = 10^{-4} \text{ cm s}^{-1}$); e, (c) evapotranspiração anual na área selecionada (EVA) maior que a precipitação anual (PA), tal que $EVA > PA + 500 \text{ mm}$.

1.3.2 Lodo de Esgoto

O lodo de esgoto é um resíduo que apresenta grande potencial de aproveitamento agrícola e florestal, quer como condicionante das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, quer como fonte de nutrientes para as plantas cultivadas, tendo em vista sua composição química (BARCELLAR et al., 2002; MELLO et al., 1994).

De acordo com Paglia (2004), o controle da poluição das águas residuais, realizado nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) preocupa-se, normalmente, com o tratamento dos esgotos, deixando em segundo plano a solução do problema do lodo gerado durante o processo.

O tratamento dos esgotos pode abranger vários níveis, denominados tecnicamente de primário, secundário ou terciário (Figura 1). No tratamento primário ocorre uma remoção dos sólidos grosseiros; o tratamento secundário é responsável pela degradação biológica da matéria orgânica contida no esgoto; já no tratamento terciário, ocorre a redução das concentrações de nitrogênio e fósforo, por processos de nitrificação e desnitrificação (RODRIGUES et al., 2006).

Segundo Colodro (2005), existem atualmente três tipos de lodo de esgoto: o lodo bruto que é produzido nos decantadores primários, possuindo uma coloração acinzentada, com odor ofensivo e facilmente fermentado; o lodo ativado, considerado um produto dos reatores biológicos, tendo aparência floculenta, coloração marrom e odor pouco ofensivo; e o lodo digerido que é aquele que sofreu um processo de estabilização biológica, através da utilização de biodigestores, onde sua coloração é variável de acordo com o processo (aeróbio ou anaeróbio), porém ambos não possuem odor ofensivo.

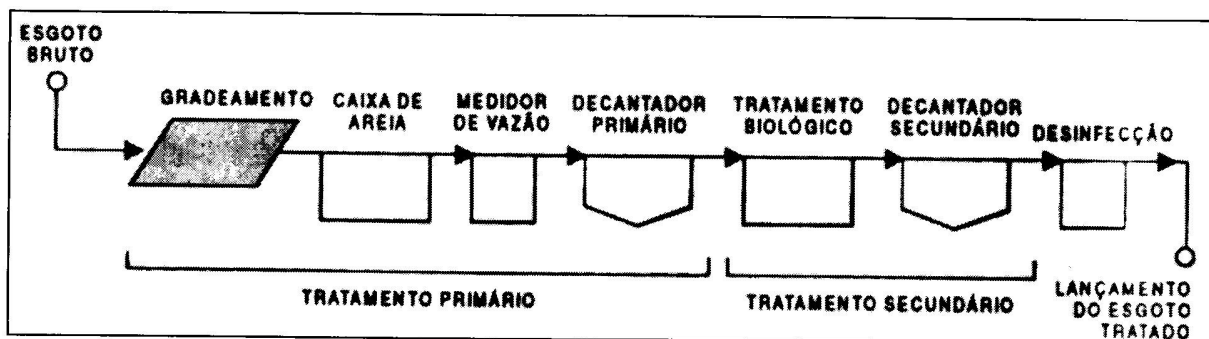


Figura 1. Fluxograma de uma Estação de Tratamento de Esgoto – ETE
Fonte: Rodrigues et al. (2006)

O lodo de esgoto proveniente de ETEs é classificado como Classe II-A, não inerte. Sua composição é basicamente orgânica (VIEIRA & CARDOSO, 2003) e rica em N e P (OLIVEIRA et al., 1995) o que favorece sua utilização como adubo orgânico em solos pobres de nutrientes. Quando um lodo de esgoto é decomposto em um solo as plantas conseguem absorver seus nutrientes (CARVALHO & BARRAL, 1981); isso se dá através da liberação dos elementos químicos adsorvidos na superfície da matéria orgânica. A composição química do lodo é dependente dos tratamentos utilizados para sua depuração: em geral lodos de esgoto apresentam teores de Na, K, Ca, Mg, Al, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, S e Zn.

Segundo Outwater (1994) a alternativa da reciclagem agrícola e florestal do lodo de esgoto transforma um resíduo em insumo, trazendo vantagens indiretas ao homem e ao ambiente, uma vez que pode reduzir os efeitos adversos à saúde humana causados pelo tratamento térmico à alta temperatura, diminuir a dependência de fertilizantes químicos e melhorar o balanço de CO₂ atmosférico. Além disso, a utilização do lodo de esgoto pode melhorar a agregação das partículas, a infiltração e a retenção de água e a aeração do solo (BARCELLAR et al., 2004; BONNET, 1995).

Silva et al. (1995) verificaram que a aplicação do lodo de esgoto em solo sob soqueira de cana-de-açúcar proporcionou aumento do pH, da soma de bases (S) e da

saturação por bases (V), da capacidade de troca de cátions (CTC) e da disponibilidade de B, Cd, Cr, Ni e Pb e neutralização de parte da acidez potencial. Além disso, atuou como fonte de Ca, Mg, P, Cu e Zn.

A aplicação do lodo de esgoto aumentou a absorção de nutrientes como o N, P, K, Ca, Mg e Zn e a produção de matéria seca na cultura do milho, elevou o pH e reduziu a quantidade de Al^{+3} tóxico em cinco solos paulista (NASCIMENTO et al., 2004).

As Tabelas 1 e 2 apresentam um comparativo na composição de macronutrientes e de micronutrientes, respectivamente, presentes no lodo de esgoto e em alguns resíduos orgânicos de uso tradicional

Tabela 1. Composição de macronutrientes em resíduos orgânicos

RESÍDUOS	N	P	K	Ca	Mg
g kg ⁻¹ (base seca)					
Esterco de curral	17,3	2,0	8,5	5,5	3,9
Cama de poedeira	23,8	23,0	19,1	7,7	77,0
Composto urbano	12,3	2,8	8,0	25,1	3,4
Cama de frango de corte	27,7	16,7	25,7	23,7	6,0
Torta de mamona	16,5	8,1	12,0	6,8	6,1
Esterco suíno	20,2	-	12,6	-	-
Lodo de esgoto	79,1	10,6	0,6	22,1	2,1

Fonte: Augusto et al. (2003)

Tabela 2. Composição de micronutrientes em resíduos orgânicos

RESÍDUOS	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
mg kg ⁻¹ (base seca)						
Esterco bovino	-	160	7.336	552	16	128
Cama de poedeira	-	-	-	240	-	210
Composto urbano	1	229	23.325	304	22	340
Torta de mamona	-	33	2876	77	-	156
Cama de frango	-	-	-	360	-	280
Lodo de esgoto	118	98	42.224	242	9	1.868

Fonte: Augusto et al. (2003)

A quantidade de lodo de esgoto aceitável para aplicação na agricultura depende das recomendações feitas pelos órgãos competentes. Para a reutilização agrícola do lodo a

preocupação com a presença de elementos potencialmente tóxicos é bastante elevada, sendo que neste caso a legislação é extremamente rígida (FRANÇA et al., 2004). Tais recomendações fazem-se necessárias para que não haja contaminação do solo e do lençol freático pelos metais, perigosos não somente para as plantas como para os seres humanos e outros animais. A avaliação das doses certas para a aplicação do lodo como condicionante do solo faz-se extremamente necessária. No Brasil, o uso do lodo de esgoto é regulamentado pela Resolução 375/2006 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA.

1.3.2.1 Características físico-químicas do lodo de esgoto

De acordo com Fia et al. (2005) em função da origem e do processo de obtenção utilizado, o lodo de esgoto apresenta uma composição muito variável, sendo um material rico em matéria orgânica (40 a 60 %), em nitrogênio e em alguns micronutrientes. Um lodo de esgoto típico apresenta 40 % de matéria orgânica, 4 % de nitrogênio, 2 % de fósforo e 0,4 % de potássio. As Tabelas 3 e 4 descrevem a composição química de lodos provenientes de ETE's da SABESP (São Paulo) e SANEPAR (Paraná), bem como as concentrações máximas permitidas de substâncias inorgânicas.

Os vegetais necessitam de aproximadamente 16 elementos químicos considerados essenciais para seu desenvolvimento. Elementos como o N, P, K, Ca e o Mg são considerados macronutrientes devido a sua maior percentagem nos tecidos das plantas. Os elementos como o Cu, Fe, Mn e Zn são denominados micronutrientes, devido a sua menor, mas não menos importante, participação na composição dos tecidos vegetais. Desta forma, o solo, em um sistema produtivo racional, deve se apresentar em condições de fornecer os nutrientes para as plantas em quantidades adequadas e no momento de sua necessidade (DINARDI et al., 2003).

Tabela 3. Composição química de lodo de esgoto das Estações de Tratamento de Esgoto ETE, da região metropolitana de São Paulo (SABESP) e de Curitiba (SANEPAR)

ELEMENTOS	SABESP			SANEPAR	
	Barueri	Vila Leopoldina	Franca	ETE	RALF ¹
Carbono (g kg ⁻¹)	-	-	390	321	201
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	22,5	18,5	79,1	49,1	22,1
Fósforo (g kg ⁻¹)	3,2	9,4	10,6	3,7	2,1
Potássio (g kg ⁻¹)	0,04	1,6	0,63	1,5	1,4
Cálcio (g kg ⁻¹)	72,9	5,6	22,1	15,9	8,3
Magnésio (g kg ⁻¹)	9,6	2,2	2,1	6,0	3,0
Enxofre (g kg ⁻¹)	5,1	10,1	-	-	-
Cobre (mg kg ⁻¹)	703	1518	98	439	89
Ferro (mg kg ⁻¹)	-	39918	42224	-	-
Manganês (mg kg ⁻¹)	-	898	212	-	-
Zinco (mg kg ⁻¹)	1345	3264	1868	824	456
Boro (mg kg ⁻¹)	-	-	118	-	-
Molibdênio (mg kg ⁻¹)	23,4	-	9,2	-	-

¹RALF = Reator anaeróbio de leito fluidizado
 Fonte: Colodro (2005)

Tabela 4. Concentrações máximas admissíveis de substâncias inorgânicas no lodo de esgoto e nos solos que recebem lodo

POLUENTES	CONC. MÁXIMA NO LODO ¹	LIMITES DE ACUMULAÇÃO NO SOLO ²	LIMITES DE APLICAÇÃO ANUAL NO SOLO ²	CONC. MÉDIA ¹
	mg kg ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	mg kg ⁻¹
Arsênio	75	41	2	41
Cádmio	85	39	1,90	39
Chumbo	840	300	15	300
Cobre	4.300	1.500	75	1.500
Crômio	3.000	3.000	150	1.200
Mercúrio	57	17	0,85	17
Molibdênio	75	18	0,90	18
Níquel	420	420	21	420
Selênio	100	100	5	36
Zinco	7.500	2.800	140	2.800

¹ Em miligrama do poluente por quilo de lodo (em base seca); ² Em quilo de poluente por hectare de solo (base seca). CONC. = concentração.

Fonte: Adaptado de Pires (2005) e USEPA (1999)

1.3.3 A Matéria Orgânica do Solo (MOS)

O solo é formado pela parte sólida (mineral e orgânica) e pelo espaço poroso, o qual pode estar ocupado pela água e, ou, pelo ar (Figura 2). Daí, poder-lhe atribuir as fases sólida, líquida e gasosa. A interação dessas fases é que torna possível o desenvolvimento de vegetais no solo, graças a um conjunto de propriedades e processos que permitem a retenção de água e nutrientes, e sua liberação às raízes (CAMARGO et al., 1999).

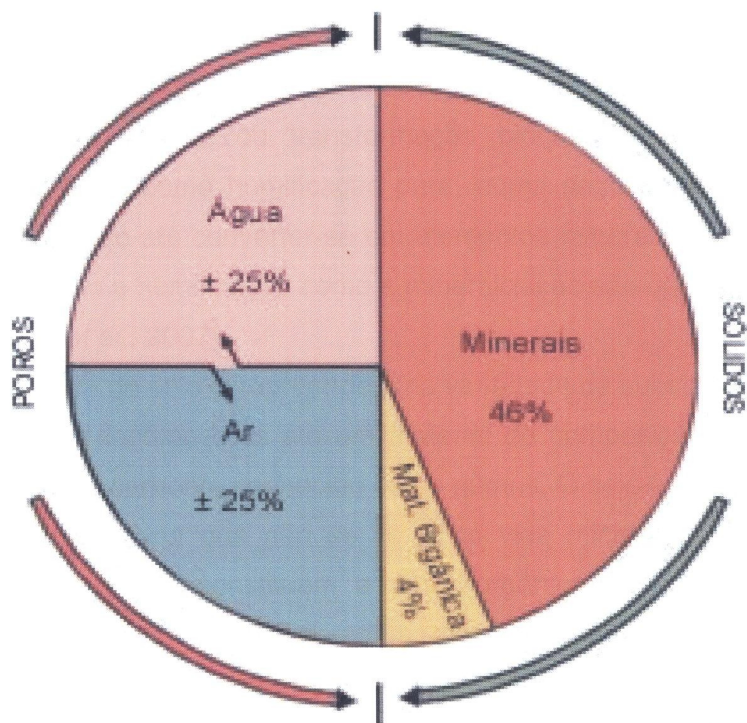


Figura 2. Composição volumétrica típica de um solo
Fonte: LEPSCH (1976)

A matéria orgânica aparece no solo natural como conseqüência da atividade dos seres vivos e está constituída, de maneira geral, pela mistura de microrganismos e resíduos de vegetais e animais superiores. Em condições naturais, copas e raízes de árvores, arbustos, gramíneas e outras plantas nativas fornecem, anualmente, grandes quantidades de resíduos orgânicos. Uma boa proporção das plantas é, geralmente, removida dos solos cultivados. Todavia, um décimo a um terço delas e, a totalidade das suas raízes, são neles deixados. À medida que estes materiais são decompostos e digeridos pelos diversos tipos de organismos do solo, transformam-se em fração dos horizontes, mediante infiltração ou incorporação física real. Assim, os tecidos das plantas superiores são as fontes primárias, não só de alimentos para os diversos organismos, como também da matéria orgânica, que é essencial à formação do solo (BRADY, 1989).

Os animais são considerados como fontes secundárias de matéria orgânica, devido à sua menor biomassa, em comparação com os vegetais. À medida que atacam os tecidos originais das plantas, contribuem com produtos residuais e deixam seus próprios corpos, quando se consumam os seus desenvolvimentos cíclicos (KIEHL, 1993).

Segundo Terron (1995), nos solos cultivados ocorre adição de matéria orgânica de origem e características muito diversas, que se somam aos resíduos naturais. A matéria orgânica fresca, pouco ou nada decomposta, é rapidamente transformada, podendo sofrer seqüestro pela fração mineral ou transformação bioquímica por meio do processo genericamente conhecido como humificação para, numa segunda etapa (mineralização), continuar se decompondo até converter-se em elementos minerais (CO_2 , H_2O , NO_3^- , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} etc.). Tanto a humificação como a mineralização são dependentes da atividade biológica (MIRANDA et al., 2007).

A parte orgânica do solo compreende uma variedade de substâncias, que vão desde resíduos parcialmente decompostos até um material de composição indefinida, com teor aproximado de 58 % de carbono, conhecido como húmus. O solo é uma entidade viva, com uma intensa vida microbiana que não se vê. Esta vida microbiana é responsável pela formação dos produtos que constituem a parte orgânica do solo (COSTA, 1986). A biomassa microbiana é, também, considerada a fração ativa da matéria orgânica, onde toda a decomposição e síntese das substâncias orgânicas são realizadas pela microbiota.

Esta matéria é usualmente classificada como substância húmica, também chamada de húmus, e substância não húmica. Sua diferenciação reside no fato de que as substâncias não húmicas são de natureza definida, como por exemplo, aminoácidos, carboidratos, proteínas e ácidos orgânicos, ao passo que as substâncias húmicas são de estrutura química complexa que compõem um grupo de compostos heterogêneos (MIRANDA et al., 2007; STEVENSON, 1994).

Pelo fato das substâncias húmicas possuírem uma natureza heterogênea e complexa, uma grande variedade de conceitos pode ser encontrada na literatura. Segundo Barros (1991), o húmus é definido como a parte da matéria orgânica que, após várias transformações, permanece no ambiente, consistindo de uma mistura heterogênea, polifuncional e em diferentes graus de polidispersão. Kiehl (1985) definiu o húmus como “um material transformado biologicamente em uma substância escura, de coloração variando de cinza escuro a preta intensa, uniforme, insolúvel em água, com consistência amanteigada e aspecto de massa amorfa, apresentando propriedades coloidais, proporcionando, a esse novo material formado, propriedades físicas, químicas e físico-químicas inteiramente diferentes da matéria-prima original”.

Segundo Stevenson (1994), as substâncias húmicas são, usualmente, divididas em três principais frações: (a) ácido húmico (AH), solúvel em meio alcalino diluído e precipitado por acidificação do extrato alcalino; (b) ácido fúlvico (AF), solúvel em meio ácido e alcalino; e (c) humina, fração húmica que não foi extraída do solo por ácido ou base diluído.

As frações das substâncias húmicas são similares em estruturas, mas diferem em suas reações. A reatividade das substâncias húmicas é, principalmente, causada pelo alto teor de grupos funcionais que contém oxigênio, incluindo COOH, OH – fenólico, C=O das quinonas, hidroquinonas e outros.

Portanto, muito mais importante que o valor absoluto que indica o conteúdo de matéria orgânica do solo, é a velocidade com que esta se transforma e, o equilíbrio entre a humificação e a mineralização. Assim, é de fundamental importância conhecer os fatores que condicionam os processos de humificação e de mineralização da matéria orgânica do solo, determinar o equilíbrio húmico dos solos cultivados, e conservar, ou corrigir, o estado húmico do solo mediante os adequados aportes de compostos orgânicos em forma de adubos (TERRON, 1995).

1.4 Aspectos Socioeconômicos

A agricultura familiar nordestina caracteriza-se por uma forma de organização da produção em que os critérios utilizados para orientar as decisões relativas à exploração não são vistos unicamente pela lógica produtivista e pela rentabilidade econômica, mas abrangem, também, as necessidades e objetivos da família, combinando objetivos de mercado e de subsistência (TINOCO, 2008).

Conforme a mesma autora, a agricultura familiar nordestina é negativamente afetada pelo baixo nível de capacitação técnica e gerencial do produtor, dificultando uma maior inserção desse segmento produtivo no mercado e nas cadeias produtivas, impedindo a plena ocupação dos espaços de valorização e competitividade dos produtos junto ao mercado regional e nacional.

A agricultura familiar urbana é realizada em pequenas áreas dentro de uma cidade, ou no seu entorno (peri-urbana), e destinada à produção de cultivos para utilização em consumo próprio ou venda em pequena escala, em mercados locais (ROESE, 2009). Existe uma carência de alternativas tecnológicas adequadas às condições socioeconômicas dos agricultores familiares, fazendo com que os mesmos subsistam à custa de métodos ineficientes de produção agropecuária. A tecnologia nesse tipo de agricultura deve ser simples e basear-se nos seus próprios sistemas de produção, dando ênfase aos recursos locais (ABREU, 2005).

Na agricultura familiar, a combinação entre a mão-de-obra familiar agrícola e não-agrícola está relacionada à manutenção do estabelecimento agrícola, assegurando sua

reprodução socioeconômica. O trabalho agrícola e não-agrícola exercidos de forma complementar pelos membros da família que residem na propriedade, freqüentemente se deve a pouca disponibilidade de terra e às dificuldades de modernização tecnológica, o que compromete sua renda, obrigando essas pequenas unidades a buscar uma alternativa complementar de renda (TINOCO, 2008).

Existem muitas maneiras e motivos para se praticar a agricultura familiar urbana, e diversas são as vantagens que podem ser obtidas através dessa prática; dentre elas, segundo Tinoco (2008), as mais comumente observadas são:

- a) Produção de alimentos - incremento da quantidade e da qualidade de alimentos disponíveis para consumo próprio.
- b) Reciclagem de lixo - utilização de resíduos e rejeitos domésticos, diminuindo seu acúmulo, tanto na forma de composto orgânico para adubação, como na reutilização de embalagens para formação de mudas, ou de pneus, caixas, etc. para a formação de parcelas de cultivo, por exemplo.
- c) Utilização racional de espaços - melhor aproveitamento de espaços ociosos, evitando o acúmulo de lixo e entulhos ou o crescimento desordenado de plantas daninhas, onde poderiam abrigar-se insetos peçonhentos e pequenos animais prejudiciais à saúde humana.

A melhoria da qualidade de vida nas comunidades tem sido alvo perseguido, a partir da diversificação alimentar, obtenção de produtos com qualidade e geração de renda adicional (SAGRILO, 2002).

Os problemas de deterioração na qualidade de recursos renováveis têm levado à necessidade de repensar os sistemas de produção agrícola, resultando no desafio de viabilizar sistemas de produção que possibilitem maior eficiência tecnológica e conservação ambiental, baseados na sustentabilidade (ALVES, 2001).

Desse modo, o uso de práticas agrícolas, como as que permitem a cobertura vegetal do solo, a incorporação de restos vegetais, a adubação orgânica, a rotação de culturas, o emprego de húmus de minhoca, incluindo dentro desse contexto o plantio direto, pode resultar na melhoria da produtividade associada com qualidade e sustentabilidade (ANDREOLA & FERNANDES, 2007).

De acordo com Gervásio (2001) uma agricultura sustentável deve apresentar viabilidade econômica, ecológica ou ambiental e social. Segundo o mesmo autor, a agricultura seria sustentável quando fosse:

1. Ecologicamente correta: diz respeito à manutenção da qualidade dos recursos naturais, permitindo manter ou melhorar a vitalidade de todo o agroecossistema.
2. Economicamente viável: pressuposto que considera auto-suficiência e geração de renda.
3. Socialmente justa: distribuição justa dos recursos, incluindo o uso da terra e o acesso ao capital, e o direito à participação de todos na tomada de decisões. A tensão social pode ameaçar todo o sistema social, inclusive sua agricultura.
4. Humana: essa modalidade de agricultura pressupõe o respeito a todas as formas de vida. No que diz respeito à vida humana, deve ser reconhecida a dignidade fundamental de todos os seres humanos onde as relações e instituições devem incorporar valores humanos básicos, tais como confiança, honestidade, auto-respeito, cooperação e compaixão. A integridade cultural e espiritual da sociedade é, assim, preservada, cuidada e nutrida.
5. Adaptável: diz respeito à capacidade de ajuste às mudanças no tempo e no espaço, envolvendo desde o desenvolvimento de tecnologias novas e apropriadas até inovações sociais e culturais.

Ainda conforme Gervásio (2001), definições precisas e absolutas do que seja uma agricultura sustentável são impossíveis e que "é importante clarificar o que está sendo sustentado, por quanto tempo, em benefício e à custa de quem".

Oliveira-Silva et al. (2001) evidenciaram as vantagens da produção familiar como espaço ideal e privilegiado para consolidação de uma agricultura de base sustentável: "A lógica de funcionamento das explorações familiares, baseada na associação dos objetivos de produção, consumo e acumulação patrimonial, resulta num espaço de reprodução social cujas características de diversidade e integração de atividades produtivas vegetais e animais, ocupação de força de trabalho dos membros da família e controle decisório sobre todo o processo produtivo são sensivelmente mais vantajosos ao desenvolvimento de uma agricultura ambientalmente sustentável que as explorações capitalistas patronais".

De acordo com a literatura, pode-se dizer que a maioria das definições de agricultura sustentável transmite uma visão que garanta: a manutenção em longo prazo dos recursos naturais e da produtividade agrícola; o mínimo de impactos adversos ao ambiente; um retorno adequado aos produtores; a otimização da produção com um mínimo de insumos externos; a satisfação das necessidades humanas, atuais e futuras, de alimento e renda e o atendimento das necessidades sociais das famílias e das comunidades rurais (ANDREOLA & FERNANDES, 2007; DAROLT, 2000; EHLERS, 1999).

1.5 Solos

De acordo com Cavalcanti et al. (2008), “a ação combinada dos fatores de formação (geologia, clima, relevo, seres vivos e tempo) faz com que exista uma grande variação na composição dos solos do Estado, em termos de profundidade, cor, textura, estrutura, consistência, drenagem, pedregosidade e fertilidade natural. Essa diversidade de características, aliada ao tipo de clima, confere aos ambientes, variações nas potencialidades e condições de uso, manejo e conservação dos solos. A identificação de cada classe de solo dá-se por meio do estudo de um corte vertical que identifica o seu perfil. Este funciona como um retrato do solo e sua caracterização são feitos por meio de uma análise conjunta dos seus horizontes e, ou, camadas, em termos de propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas. O Estado de Pernambuco possui uma representação dos principais solos da Região Nordeste do Brasil. Isso acontece porque o Estado ocupa uma longa faixa no sentido leste-oeste (cerca de 700 km), estendendo-se desde regiões mais úmidas a leste, até regiões mais secas a oeste. Associadas às variações de clima, ocorrem, também, expressivas variações de geologia e relevo em todo o território contribuindo para a diversificação dos solos”.

Nesta seção será apresentada, de forma sucinta, a classe de solo usada no experimento e seus locais de ocorrência no Estado de Pernambuco, assim como aspectos mais favoráveis e limitantes ao uso agrícola. Para um mais amplo conhecimento dos solos do Estado pode-se consultar o “Levantamento de Reconhecimento de Baixa e Média Intensidade de Solos do Estado de Pernambuco” (ARAÚJO FILHO et al., 2000), o “Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco” (SILVA et al., 2001), o “Levantamento Exploratório-reconhecimento de Solos do Estado de Pernambuco” (Embrapa, 1973) e o “Zoneamento Agroecológico do Nordeste” (SILVA et al., 1999).

1.5.1 Argissolo (antigo Podzólico)

São solos que apresentam uma acentuada diferença de textura entre o horizonte superficial (A) e o horizonte subjacente (B textural). Predominam solos com argila de atividade baixa, porém, quando a atividade for alta ($CTC \geq 27 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ de argila), a saturação por bases deverá ser obrigatoriamente baixa.

Essa classe abriga solos com grande abrangência de características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas (Figura 3). Como alguns exemplos desta heterogeneidade, podem ser destacados: a) cor: matizes que caracterizam as classes Argissolo Acinzentado, Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho; b) espessura: desde 0,40 m (rasos) até muito profundos (mais de 2 m); c) textura: variando de arenosa a argilosa na parte superficial, e de média a muito argilosa no horizonte subssuperficial; d) drenagem: desde imperfeita até acentuadamente drenados; f) pedregosidade: desde solos não pedregosos até solos muito pedregosos ao longo de todo o perfil; g) relevo: do plano ao montanhoso.

Apresentam, também, muita variação em relação à CTC e à fertilidade natural, podendo ser ácidos e com altos teores de alumínio trocável, ou apresentar pH próximo à neutralidade, sem alumínio e com elevados teores de cálcio, magnésio e potássio.

Ocorrência em Pernambuco. Apresentam-se distribuídos, significativamente, nas três grandes regiões fisiográficas do Estado. Os das zonas do Litoral e Mata são, em geral, profundos, ácidos, com médios a elevados teores de alumínio trocável, baixa CTC e baixa disponibilidade de cátions trocáveis. No Agreste e Sertão, também podem ser profundos, contudo são bastante comuns os podzólicos mais rasos, pedregosos ou não, e com grande variação na fertilidade natural, podendo em alguns casos, atingir valores para a soma teores de cálcio e magnésio em torno de $10 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ de solo.



Figura 3. Argissolo Vermelho (antigo Podzólico Vermelho-Amarelo)

Fonte: Cavalcanti et al. (2006)

Potencialidades e Limitações. Os Argissolos da zona fisiográfica Litoral e Mata são bastante usados com cana-de-açúcar. Apresentam como principais limitações a baixa fertilidade natural e, muito comumente, o relevo acidentado. O fenômeno da coesão é outra limitação desses solos, particularmente, nos Argissolos desenvolvidos no ambiente dos tabuleiros costeiros. Nas zonas do Agreste e do Sertão, de modo geral, as limitações recaem na pequena profundidade e na ocorrência de pedregosidade, somando-se as condições de clima semi-árido. Quando estes solos são profundos e sem pedras, apresentam bom potencial para irrigação. Nos conhecidos brejos de altitude, onde têm grande ocorrência, em sua maioria, são distróficos e estão sob uma vegetação mais úmida. O relevo movimentado e, às vezes, a presença de afloramentos de rocha constitui a maior limitação ao uso nesses ambientes.

1.6 Cenoura (*Daucus carota* L.)

A cenoura (*Daucus carota* L.) é um alimento rico principalmente em cálcio e vitamina A, com teor de fibra em torno de 2 % . A coloração alaranjada indica a presença de β -caroteno, que no organismo humano transforma-se em vitamina A, essencial para a visão (LUZ et al., 2008)

Segundo Duda & Araújo (2003), a cenoura é a principal hortaliça de raiz em valor econômico consumida no Brasil e também uma das mais cultivadas. É tradicionalmente usada em saladas, crua ou cozida, em bolos e conservas, entre outras formas de aproveitamento, sendo mais nutritivas quando consumidas cozidas, isto porque as paredes das células que contém o caroteno são duras e o corpo consegue converter menos de 25 % em vitamina A. O cozimento dissolve, em parte, essas paredes liberando os nutrientes. Possui propriedades antioxidantes que ajudam a combater os radicais livres, causadores do envelhecimento celular (SEDIYAMA et al., 1998; VIEIRA et al., 1997). A ingestão dessa hortaliça, nas quantidades recomendadas, ajuda a regular as funções intestinais, estimular o apetite e prevenir problemas de visão (EMBRAPA Hortaliças, 2008).

É uma das hortaliças mais consumidas no Brasil, produzindo cerca de 750 mil toneladas em uma área de, aproximadamente, 28 mil hectares (LUZ et al., 2008; EBDA, 2006; VIEIRA et al., 1997).

Os principais estados brasileiros produtores de cenoura são Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Pernambuco, Bahia e Goiás, representando aproximadamente 90 % da produção nacional (EMBRAPA, 2007).

Nos grandes centros de produção, o cultivo da cenoura é realizado o ano todo, procurando atender o mercado consumidor em igual proporção e em todas as épocas, sendo utilizadas tradicionalmente as cultivares Kuronan, Brasília e Kuroda (REGHIN & DUDA, 2002).

A Tabela 5 demonstra a composição nutricional da cenoura, e as Tabelas 6 e 7 apresentam a composição mineral de suas folhas e raiz, respectivamente.

Tabela 5. Composição nutricional de 100 gramas de raízes de cenoura crua

COMPONENTE	UNIDADE	QUANTIDADE
Calorias	kcal	43,00
Gorduras	g	0,19
Carboidratos	g	10,14
Fibras	g	3,00
Proteínas	g	1,03
Sódio	mg	35,00
Potássio	mg	323,00
Cálcio	mg	27,00
Ferro	mg	0,50
Zinco	mg	0,20
Vitamina A	UI*	12.000
Vitamina C	mg	9,00
Vitamina E	mg	0,46

*UI = unidade internacional (medida de atividade ou potência)

Fonte: EMBRAPA Hortaliças (2008)

Tabela 6. Valores médios da composição mineral em mg / 100 g de folhas de cenoura*

Folha	Na	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Fe
De	mg / 100 g							
cenoura	32,80	320	2.744	1970	226	5,50	5,70	57,10

*Valores expressos em base seca

Fonte: Pereira et al. (2003)

Tabela 7. Composição mineral da raiz da cenoura

COMPONENTE	UNIDADE	QUANTIDADE
N	kg/kg	2,36
P	kg/kg	0,435
K	kg/kg	4,19
Ca	kg/kg	0,58
Mg	kg/kg	0,25
S	kg/kg	0,199
B	mg/kg	33
Cl	mg/kg	7521
Cu	mg/kg	5,7
Fe	mg/kg	166
Mn	mg/kg	63
Mo	mg/kg	0,06
Zn	mg/kg	34
Co	mg/kg	0,05
Al	mg/kg	236
Na	mg/kg	1364
H ₂ O	kg/kg	91,2
Peso fresco total	kg/kg	85,6

Fonte: Furlani et al. (1978)

O desenvolvimento vegetativo favorável em cultivares de cenoura é muito influenciado pelas condições climáticas da região. A produção quantitativa e qualitativa está diretamente relacionada com a cultivar, época e região de cultivo. As regiões de alta altitude e clima ameno ao longo do ano são as mais indicadas para o cultivo de cenoura (REGHIN & DUDA, 2002; FILGUEIRA, 2000).

A cultura da cenoura é muito sensível à temperatura, estando a faixa ideal entre 15 e 21 °C. Todavia, ocorre germinação rápida e uniforme entre 8 e 30 °C. Quando o objetivo final é a produção de raízes com boa formação e coloração, deve-se procurar a faixa de temperatura que proporcione estas condições (BALBINO et al., 1990).

Cada cultivar tem características próprias quanto ao formato das raízes, resistência às doenças e, principalmente, quanto à época de plantio. Esta última característica permite que se produza cenoura durante o ano todo na mesma região, desde que se plante a cultivar apropriada às condições de clima predominantes em cada época.

A cultivar “Brasília” foi desenvolvida pelo Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPH) da Embrapa, Brasília, DF, com a colaboração do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da USP, Piracicaba, SP, para o cultivo de verão. As plantas têm porte médio de 25 a 35 cm, com folhagem vigorosa e coloração verde escura. As raízes são cilíndricas, com coloração alaranjada clara e baixa incidência de ombro verde ou roxo. O comprimento varia de 15 a 22 cm e o diâmetro de 3 a 4 cm. É resistente ao calor, apresentando baixos níveis de florescimento prematuro sob condições de dias longos. Tem alta resistência de campo à queima-das-folhas, produzindo em média de 30 a 35 t / ha nas condições de verão. A colheita pode ser efetuada de 85 a 100 dias após a sementeira. É recomendado para sementeiras de outubro a fevereiro nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste do Brasil, embora esteja sendo utilizada, com sucesso, em todo o País. Existe diversos cultivares destes grupos disponíveis no mercado (EMBRAPA Hortaliças, 2008; LUZ et al., 2008).

Os principais cultivares de cenoura estão divididos em grupos, conforme Tabela 8.

A cultivar Brasília foi avaliada junto a produtores da região do Distrito Federal, por três anos, obtendo-se resultados satisfatórios. Atualmente, já está difundida em grande parte do território nacional (cerca de 80 % da área plantada de cenoura no Brasil) e as informações que chegam dos produtores, para o CNPH, dão conta de que ela tem-se comportado muito bem, nas condições climáticas para as quais foi criada (EMBRAPA Hortaliças, 2008).

Tabela 8. Principais cultivares de cenoura disponíveis no mercado e suas características

CULTIVAR	FORMATO DAS RAÍZES	CICLO		COMPRIMENTO DAS RAÍZES	RESISTÊNCIA (R) OU TOLERÂNCIA (T) ÀS DOENÇAS	CLIMA MAIS FAVORÁVEL PARA CULTIVO
		dias				
Brasília	Cilíndrica	90 a 100		15 a 22	R - queima das folhas	ameno para quente
Kuronan	Ligeiramente cônica	100 a 120		15 a 25	R - queima das folhas	ameno para quente
Nova Kuroda	Ligeiramente cônica	100		15 a 18	R - alternaria	ameno para quente

Fonte: EMBRAPA Hortaliças (2008)

1.7 Referências

ABREU, S. L. **A construção da relação social com o meio ambiente entre agricultores familiares da Mata Atlântica brasileira.** Jaguariúna, SP – Embrapa Meio Ambiente, 175 p, 2005.

ALVES, M.C. **Recuperação do subsolo de um Latossolo Vermelho usado para terrapleno e fundação da usina hidrelétrica de Ilha Solteira - SP.** Ilha Solteira, 2001, 83p. Tese Livre Docência em Solos. Faculdade de Engenharia - Campus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

ANDREOLA, F.; FERNANDES, S.A.P. **A microbiota do solo na agricultura orgânica e no manejo das culturas.** Instituto Agronômico de Campinas, SP, p. 21-37, 2007.

ARAÚJO FILHO, J. C. de.; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B. da; MEDEIROS, L. A. R.; MÉLO FILHO, H. F. R. de; PARAHYBA, R. B. V.; CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA, F. B. R. e; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C. P. dos; SOUSA NETO, N. C.; SILVA, A. B. da; LUZ, L. R. Q. P. da; LIMA, P. C.; REIS, R. M. G.; BARROS, A. H. C. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco.** Recife: Embrapa Solos - UEP Recife; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 252 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 11). CD-ROM.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Resíduos sólidos.** NBR 10004. 2004.

AUGUSTO, D.C.C.; GUERRINI, A.I.; ENGEL, V.L.; ROUSSEAL, G.X. Utilização de esgotos domésticos tratados através de um sistema biológico na produção de mudas de *croton floribundus* spreng. (capixingui) e *copaifera langsdorffii* desf. (copaíba). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.335-342, 2003.

BALBINO, J.M.S.; ANGELETTI, M. P.; PREZOTTI, L.C.; CASTRO, L.L.F.; PEREIRA, J.O.; SILVA, A. A.; ALBERTASSI, L.C.; CARMO, C. A. S. **Cultura da cenoura.** Vitória; ES: ENCAPA, 1990. 44p.

BARBOSA, G.M.C. Efeito residual do lodo de esgoto na produtividade do milho safrinha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 3, Jun. 2007.

BARBOZA, R. S. L. **Influência do lodo de esgoto na nodulação e no desenvolvimento do caupi (*Vigna unguiculata* [L.] Walp).** 84p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais. Recife, 2007.

BARCELLAR, C.A.; ROCHA, A. A; LIMA M. R; POHLMANN, M. Efeito residual do lodo de esgoto alcalinizado em atributos químicos e granulométricos de um cambissolo húmico. **Scientia Agraria**, América do Sul, n.2, v.27, p. 10, 2004.

BARROS, M.C.P. **Utilização de técnicas analíticas para caracterização do ácido húmico da Ilha de Cananéia (São Paulo) e sua interação com metais.** São Carlos. 108p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 1991.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. (eds). Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna, **EMBRAPA Meio Ambiente**, p. 281-312, 2000.

BOEIRA, R. C.; SOUSA, M. D. Estoque de carbono orgânico e de nitrogênio, pH e densidade de um latossolo após três aplicações de lodos de esgotos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 31, p. 581-590, 2007.

BONNET, B. R. P. **Diagnóstico de situação e proposição de sistema de monitoramento dos impactos ambientais causados pela reciclagem agrícola do lodo de esgoto**. Curitiba, 1995. 73 f. Monografia (Especialização no Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Análise Ambiental) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7.ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos. 1989. 647p.

CAMARGO, A. O. de.; SANTOS, G. A. de.; GUERRA, J. G. M. Macromoléculas e Substâncias Húmicas. In: Santos, G. A. & Camargo, F.A.O. (Eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Genesis. 1999, 49p.

CARVALHO, P. C. T.; BARRAL, M. F. Aplicação de lodo de esgoto como fertilizante. **Fertilizantes**, São Paulo, v.3, n.3, p. 3-5, 1981.

CAVALCANTI, F.J.A. (org.); SANTOS, J.C.P.; PEREIRA, J.R.; LEITE, J.P.; SILVA, M.C.L.; FREIRE, F.J.; SILVA, D.J.; SOUSA, A.R.; MESSIAS, A.S.; FRIA, C.M.B.; BURGOS, N.; LIMA JÚNIOR, M.A.; GOMES, R.V.; CAVALCANTI, A.C.; LIMA, J.F.W.F. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco**. 2. aprox., 3. ed. revisada. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, 2008. 220 p.il.

CEAGEPE. Central de Abastecimento e de Armazéns Gerais do Estado de Pernambuco. **Análise conjuntural de mercado no nível de atacado na unidade**. CEASA – PE, v.6, p.52-61, 2006.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Aplicação de lodos de sistemas de tratamentos biológico em áreas agrícolas: critérios para projeto e operação**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 1993. 32p. (Cetesb. Norma P 4.230).

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Resíduos Sólidos**, 1993. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em 18 de março de 2009..

COLODRO, G. **Recuperação de solo de área de empréstimo com lodo de esgoto**. Universidade Estadual de Campinas. Tese (Doutorado). Campinas, 102p., 2005.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Critérios e procedimentos para o uso do lodo de esgoto gerados em estações de tratamento de esgotos sanitários e seus produtos e derivados**. Resolução n. 375, de 09 de junho de 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>.

COSTA, M. B. B. **Nova síntese e novo caminho para a agricultura: adubação orgânica**. São Paulo, CONE. 106 p.,1986.

DAROLT, M.R. **As dimensões da sustentabilidade: um estudo da agricultura orgânica na região metropolitana de Curitiba, Paraná**. Universidade Federal do Paraná. Tese (Doutorado). Curitiba, 2000, 310p.

DINARDI, A.L.; FORMAGI, V.M.; CONEGLIAN, C. M. R.; BRITO, N.N.; DRAGONI, G.S.TONSO, S.; PELEGRINI, R. **Fitorremediação**. Centro Superior de Educação Tecnológica (CESET) – UNICAMP. 82p., 2003.

DUDA, C.; ARAUJO, E.S. Efeito do espaçamento entrelinhas na produção de cenoura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULURA, 43. **Resumos...** Recife: SOB (CD-ROM). 2003. [[Links](#)]

EBDA. Pesquisa e Desenvolvimento. **Cenoura**. Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária, n. 95, 5 p., maio 2006.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável**: origens e perspectivas de um novo paradigma. 2 ed. Guaíba: Agropecuária, 1999. 157p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Pernambuco**. Recife: SUDENE-DRN/Ministério da Agricultura, DNPEA-DPP, 1973. 2v. (Brasil. Ministério da Agricultura. DNPEA-DPP. Boletim Técnico, 26; SUDENE. Série Pedologia, 14).

EMBRAPA. **Sustentabilidade do manejo orgânico e convencional na produção de hortaliças do Distrito Federal**. Brasília, DF. (Circular Técnica, 49), 12 p. junho 2007.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Cenourete e catetinho**: as minicenouras brasileiras. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/produtos/cultivares/cenourete_catetinho.htm>. Acesso em: 21 dez. 2008.

FERREIRA, R.C. **Uso do lodo de esgoto no desenvolvimento do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)**. 59 f: il. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Curso de Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais. 2008.

FIA, R; MATOS, A.T; AGUIRRE, I.C. Características químicas de solo adubado com doses crescentes de lodo de esgoto caledo. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.13, n.4, p. 287-299, Out./Dez., 2005.

FILGUEIRA, F, A. R. **Manual de olericultura**: cultura e comercialização de hortaliças. In:____. Solanáceas III. 2. ed. São Paulo: Ceres, v. 2, cap. 9, p.301-311. 2000.

FISCH, J. Na agricultura, o aproveitamento racional de lodo de curtumes como matéria orgânica. Novo Hamburgo, **Revista do Couro**, p.19-21, mar./abr, 1992.

FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R; BATAGLIA, O.C.; HIKOCE, R.; GALLO J.R. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, v. 37, n. 5, 1978.

GERVÁSIO, P. Agricultura Sustentável ou (re) construção do significado de agricultura? **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, v.2, n.3, 9 p. jul./set.2001.

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

KIEHL, E. J. **Fertilizantes organominerais**. Piracicaba, Edição do Autor. 189 p., il. 1993
LEPSCH, I.F. **Manual de levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976. 175p.

LUZ, J.M.Q.; CALABRIA, I.P.; VIEIRA, J.V.; MELO, B.; SANTANA, D.G.; SILVA, M.A.D. Densidade de plantio de cultivares de cenoura para processamento submetidas à adubações química e orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, jun. 2008.

MARCIANO, C.R.; MORAES, S.O.; OLIVEIRA, F.C.; MATTIAZZO, M.E. Efeito do lodo de esgoto e do composto de lixo urbano sobre a condutividade hidráulica de um latossolo amarelo saturado e não-saturado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.25, n.1, p.1-9, 2001.

MELLO, W. J.; MARQUES, M. O.; SANTIAGO, G.; CHELLI, R. A.; LEITE, S. A. S. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e CTC de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n.3, p. 449-455, 1994.

MESSIAS, A. S. et al. **Uso de lodo de esgoto em plantas condimentares e medicinais na Zona da Mata do estado de Pernambuco, Brasil**. Recife: Projeto de Pesquisa da Rede FIUC, 2006. 85 p. (cadastro 34644-QUI-004-2006/13E).

MESSIAS, A.S.; ANDRADE, C.D.P.de.; PESTANA, M.O. **Avaliação de diferentes materiais como inibidores de amônia do composto urbano**. Recife, Universidade Católica de Pernambuco, v.1, n.1, p.55-60. 1996. (Cadernos CCT).

MESSIAS, A.S.; MORAIS, F.A. **Resíduo sólido urbano: redução do tempo de compostagem**. Recife, Universidade Católica de Pernambuco, v.1, n.1, p.61-64. 1996. (Cadernos CCT).

MIRANDA, C. C.; CANELLAS, L. P.; NASCIMENTO, M.T. Caracterização da matéria orgânica do solo em fragmentos de Mata Atlântica e em plantios abandonados de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 31, p. 905-916, 2007.

NASCIMENTO, C.W.A.; BARROS, D. A.S.; MELO, E. E. C.; OLIVEIRA, A. B. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 28, p. 385-392, 2004.

NOGUEIRA, T. A. R.; SAMPAIO, R. A.; FERREIRA, C. S.; FONSECA, I. M. Produção de milho e de feijão consorciados adubados com diferentes formas de lodo de esgoto. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6, n.1, p.122-131, 2007.

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E. Mobilidade de metais pesados em um latossolo amarelo distrófico tratado com lodo de esgoto e cultivado com cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, v.4, p.807-812, 2001.

OLIVEIRA, F. C.; MARQUES, M. O.; BELLINGIERI, P. A.; PERECIN, D. Lodo de esgoto como fonte de macronutrientes para a cultura do sorgo granífero. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, p. 360-367, 1995.

OLIVEIRA-SILVA, J. J.; ALVES, S. R.; MEYER, A. Influência de fatores sócio-econômicos na contaminação por agrotóxicos, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v.35, n.2, p.130-135, dez. 2001.

OUTWATER, A. B. **Reuse sewage sludge and minor wastewater residuals**. Saint Louis: Lewis Publishers, 1994. 179 p.

PAGLIA, E.C. **Lodo de esgoto alcalinizado associado a doses de potássio, na lixiviação iônica.** Universidade Federal do Paraná. Dissertação (Mestrado). Curitiba, 67 p, 2004.

PEDROZA, J.P.; HAANDEL, A.C. van B.; NAPOLEÃO, E. de M. Production and components of herbaceous cotton as a function of application of biosolids. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p.483-488 Set-Dez 2003.

PEREIRA, G.I.S.; ALVARENGA, R.G.F.; BARCELOS, M.F.P.; MORAIS, A.R. Avaliação química da folha de cenoura visando ao seu aproveitamento na alimentação humana. **Ciência Agrotécnica**, Lavras. v. 27, n. 4, p. 852-857, jul./ago., 2003.

PEREIRA NETO, J.T. Conceitos modernos de compostagem. Rio de Janeiro. **Revista de Engenharia Sanitária**, v.28, n.2, p.104-109. abr./jun.1989.

PIRES, A.M.M. **Lodo de esgoto**. AMBIENTEBRASIL. EMBRAPA Meio Ambiente, p.1-2 2005.

REGHIN, M.Y.; DUDA, C. Efeito da época de semeadura em cultivares de cenoura. **Ciências Agrárias e Engenharia**, v. 6, p. 103-114, 2002.

RODRIGUES, N.; ARRUDA, S.R.; SOARES, F.C.; MACHADO, I.; ARNALDO, L. Produtividade de milho e de feijão consorciados adubados com diferentes formas de lodo de esgoto. **Revista Suelo y Nutrición Vegetable**, v. 6, n.1, p.52-63, abr. 2006.

ROESE, A.D. **Agricultura urbana**. Agronline.com.br. Disponível em: <http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=112>. Acesso em: 29 de janeiro de 2009.

SAGRILO, E. **Sistemas de Produção 1: agricultura familiar**. Teresina-PI, EMBRAPA. p. 09-18, 2002.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; SILVA, P. R. F. Maize response to nitrogen fertilization timing in two tillage systems in a soil with high organic matter content. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.507-517, 2007.

SEDIYAMA, M.A.N.; VIDIGAL, S.M.; PEREIRA, P.R.G.; GARCIA, N.C.P.; LIMA, P.C. Produção e composição mineral de cenoura adubada com resíduos orgânicos. **Bragantia**, v. 57, p. 379-386. 1998.

SILVA, A. B. da. **Planejamento experimental e modelagem estatística do efeito do uso do lodo de esgoto em solos**. 51 f: il. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Curso de Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais. 2008.

SILVA, F. B. R. e; SANTOS, J. C. P; SILVA, A. B.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; BURGOS, N.; PARAHYBA, R. da B. V.; OLIVEIRA NETO, M .B.; SOUSA NETO, N. C.; ARAÚJO FILHO, J. C.; LOPES, O. F.; LUZ, L. R. P. P.; LEITE, A. P.; SOUZA, L. G. M. C.; SILVA, C. P.; VAREJÃO-SILVA, M. A.; BARROS, A. H. C. **Zoneamento agroecológico do Estado de Pernambuco**. Recife: Embrapa Solos - Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento - UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco, 2001. CD-ROM. (Embrapa Solos. Documentos, 35).

SILVA, F. C.; BOARETTO, A. E.; BERTON, R. S.; ZOTELLI, H. B.; PEXE, CA. Características agrotecnológicas, teores de nutrientes e de metais pesados em cana-de-açúcar (soqueira), cultivada em solo adubado com lodo de esgoto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBSC/UFV, 1995. p. 2279-2281.

SILVA, F.B.R.; RICHÉ, G.R.; TONNEAU, J.P.; SOUZA NETO, N.C. de; BRITO, L.T. de L.; CORREIA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B.B. da; SILVA, A.B. da; ARAÚJO FILHO, J.C. de; LEITE, A.P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste**. Diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina, Doc. n. 80. EMBRAPA/CPATSA-CNPS. (Convênio EMBRAPA-CPATSA/ORSTOM-CIRAD). 2v. il., 476p. 1999.

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

SILVEIRA, R. R. **Dinâmica de nutrientes em três solos do estado de Pernambuco tratados com biossólido**. 2001. 66p.il. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2001.

SOUZA, R. E.; RODRIGUES R.; SUDRÉ, C.P.; PEREIRA, M.G.; VIANA, A.P.; AMARAL JÚNIOR, A.T . Obtaining pepper F 2:3 lines with resistance to the bacterial spot using the pedigree method. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p.567-571, 2007.

SOITO, M. L. **O uso do lodo de esgoto na agricultura**: precauções com os contaminantes orgânicos. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, p.28, 2007.

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry, genesis, composition, reactions**. 2.ed. New York, John Wiley, 443p. 1994.

TERRON, P.U. **Tratado de fitotecnia general**. 2.ed. rev., ampl., Madrid, Mundi-Prensa, 895 p. 1995.

TINOCO, S.T.J. **Conceituação de agricultura familiar**: uma revisão bibliográfica. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/agric_familiar/index.htm>. Acesso em: 29/1/2009

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 40 CFR Parts 257, 403 and 503. **Final rules**: standards for the use of sewage sludge. Fed. Reg. v. 58, n.32, p. 9248-9415. 1999.

VIEIRA, R.F.; CARDOSO, A.A. Variações nos teores de nitrogênio mineral em solo suplementado com lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, p.867-874, 2003.

VIEIRA, J.V.; PESSOA, H.B.S.V.; MAKISHIMA, N., ed. Cultivo da cenoura (*Daucus carota* L.). Brasília: **EMBRAPA-CNPQ**, 1997. 19p. (Instruções Técnicas da Embrapa Hortaliças, 13).

CAPÍTULO 2

(de acordo com as instruções da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB, ANEXOS)

Avaliação socioeconômica e de fertilidade do efeito residual do lodo de esgoto em solo cultivado com cenoura

Cíntya Rodrigues Monte⁽¹⁾, Arminda Saconi Messias^(1,2), José Edson Gomes de Sousa⁽²⁾,
Vanessa Natália de Lima⁽³⁾, Marcelo Oliveira Menezes⁽³⁾ e Cynthia Xavier de Carvalho⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais, Rua do Príncipe, 526, Boa Vista, Bloco D, 6^o andar, CEP 50.050-900 Recife (PE). E-mail: saconi@unicap.br. ⁽²⁾ Universidade Católica de Pernambuco, Cursos de Engenharia Química e Engenharia Ambiental. ⁽³⁾ Graduandos do Curso de Engenharia Ambiental, UNICAP. Bolsistas PIBIC / UNICAP / CNPq. ⁽⁴⁾ Universidade Católica de Pernambuco, Curso de Ciências Econômicas.

Resumo - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito residual do lodo de esgoto em parâmetros de fertilidade do solo, após cultivo de cenoura, em canteiros instalados na Comunidade Famílias Unidas, município de Camaragibe, Pernambuco. Após colheita, foram feitas amostragens do solo na profundidade de 0 a 20 cm para determinação do pH, CE, K, Na, Ca, Mg e MO. Os dados foram submetidos à análise de PCA indicando a dose equivalente a 25 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto e de lodo de esgoto vermicompostado como promissora para disponibilização de nutrientes.

Termos de indexação: resíduo sólido, solo, atributos químicos, hortaliças.

Evaluation of fertility and the socioeconomic effect of sewage sludge in soil cultivated with radish

Abstract – The objective of this study was to evaluate the residual effect of sewage sludge on soil fertility parameters, after cultivation of radish on beds at the Community Families United, City of Camaragibe, Pernambuco. After harvest, soil samples were taken at depths from 0 to 20 cm for determination of pH, EC, K, Na, Ca, Mg, and MO. Data were subjected to PCA statistical analysis indicating a dose equivalent to 25 Mg ha⁻¹ of sewage sludge and vermicompost sewage sludge as the promising for providing nutrients.

Index terms: solid waste, soil, chemical attributes, vegetables.

Introdução

Um dos mais sérios problemas ecológicos enfrentados pela humanidade é a poluição do ambiente por resíduos gerados na fabricação e utilização de bens, tais como: produção de matérias-primas e prestação de serviços, lixo e esgoto urbano (Messias et al., 2007).

As previsões de aumento populacional, associadas à crescente concentração urbana mundial, a necessidade imediata de definições tecnológicas e de ações políticas para solucionar o grave problema para a destinação final do lodo de esgoto – LE, tem gerado um estímulo mundial não só sobre práticas de minimização da produção de resíduos, mas também sobre a priorização da reciclagem como opção de destino final. Uma alternativa considerada bastante viável para a destinação do lodo de esgoto tem sido a reciclagem agrícola (Andreoli & Pegorini, 1999). Resíduos de natureza orgânica, como o lodo de esgoto, já são utilizados no Brasil, predominantemente em áreas de cultivo de cana-de-açúcar (Chiba et al., 2008a; Silva et al., 1998), bem como nas culturas do eucalipto (Andrade e Mattiazzo, 2000) e café (Bettiol e Camargo, 2000).

Os lodos de esgoto são, também, fornecedores de macro e micronutrientes, sendo, por isso, considerados como adubos valiosos para muitas culturas (Ferreira, 2008; Silva, 2008; Barboza, 2007; Messias et al., 2006; Oliveira, 2005; Alloway e Jackson, 1991).

Os sistemas produtivos, tanto agropecuários quanto industriais e até as atividades domésticas, dão origem a resíduos orgânicos que, manejados corretamente, podem ser fonte de nutrientes para produção de alimentos, além de proporcionar melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo; porém, quando inadequadamente manuseados, podem constituir-se em fonte de contaminação e agressão ao ambiente (Nascimento et al., 2004). Apesar de presentes no LE, os elementos potencialmente tóxicos (metais pesados) têm apresentado resultados pouco consistentes quanto à efetiva contaminação do solo (Chiba et al., 2008b; Andrade e Mattiazzo, 2000) e à sua transferência para a cadeia trófica, o que todavia não exime a necessidade de monitoramento periódico de seus teores no solo.

A aplicação de lodo de esgoto em solos agrícolas tem conduzido a aumentos na absorção de nutrientes pelas culturas, com reflexos positivos na produtividade (Lourenço, 1997). Conhecidas as características físico-químicas do lodo de esgoto e a existência, ou não, de contaminantes, se podem estudar as alternativas, para eficiência de disposição, viáveis para minimizar desperdícios econômicos e riscos ambientais (Bettiol & Camargo, 2000; Fia, 2005).

Segundo Duda e Araújo (2003), a cenoura é a principal hortaliça de raiz em valor econômico consumida no Brasil, e também uma das mais cultivadas. Suas raízes devem ser firmes e com uma coloração laranja intensa, sem pigmentação verde ou roxa na parte superior (ombro), com comprimento e diâmetro variando entre 15 a 20 cm e 3 a 4 cm, respectivamente, para consumo *in natura* (Vieira e Pessoa, 1997).

Lopes et al. (2008), referindo-se a importância econômica da cenoura Brasil, destaca os Estados com maior produtividade Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Bahia e Pernambuco, sendo este um dos grandes produtores de cenoura no Nordeste. O município pernambucano de Brejo da Madre de Deus participa com 48% da produção total de cenoura ofertada no mercado, cuja produção é comercializada nas centrais de abastecimento de Recife e Caruaru.

Em estudos realizados durante dez anos, Souza (1996) observou que no sistema de cultivo orgânico a produtividade de cenoura foi 7 % maior em relação ao sistema convencional. Entretanto, Carvalho et al. (2005) verificaram que a produtividade de cenoura foi maior no sistema convencional em relação ao sistema orgânico. Embora a cenoura esteja

entre as principais hortaliças cultivadas em sistema orgânico de produção, são escassas as informações sobre o desempenho dos cultivares com o uso de lodo de esgoto.

Neste contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar após o plantio de rabanete, o efeito residual do lodo de esgoto nos atributos do solo e na produção da cenoura (*Daucus carota* L.).

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em área experimental situada na Comunidade Famílias Unidas, no bairro de Santa Mônica, município de Camaragibe, Pernambuco, Brasil, entre março e julho de 2008, em solo ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico (Embrapa, 1999), fase floresta subperenifólia, relevo plano a suave ondulado, material de origem são sedimentos do Grupo Barreiros (Terciário), textura média, drenagem interna boa a moderada, não susceptível à erosão, de baixa a média fertilidade, com 10 % de representatividade do Estado, pertencente à Zona Litoral Norte, localizada na porção nordeste do estado de Pernambuco, onde predomina o clima Ams' de Köppen, tropical chuvoso de monção com verão seco. A temperatura média anual é de 24,8 °C, com máxima média de 30,2 °C e mínima média de 19,3 °C. As temperaturas mais baixas ocorrem no período de junho a setembro. A precipitação pluviométrica anual é de 1.715,7 mm, com período mais seco entre outubro e dezembro. Os ventos são leves, apresentando velocidade média de 159 km por dia, predominando a direção E-SE. A umidade relativa do ar é alta, 83 % em média, e a evaporação do tanque Classe "A" é de 2.122 mm anuais (Camargo et al., 1987; Koffler et al., 1986; Brasil, 1979; Brasil, 1973).

As caracterizações química e física da camada de 0 a 20 cm de profundidade do solo foram realizadas segundo Embrapa (1997), resultaram em: 7,4 g kg⁻¹ de argila; 89,6 g kg⁻¹ de areia; 3,0 g kg⁻¹ de silte; 2,4 g dm⁻³ de matéria orgânica; 20 mg dm⁻³ de P; 0,15 mg dm⁻³ de K; 3,40 mg dm⁻³ de Ca; 0,55 mg dm⁻³ de Mg; 3,21 mg dm⁻³ de S; e CTC igual a 5,70 cmol_c dm⁻³. Os teores totais dos elementos potencialmente tóxicos foram, em mg kg⁻¹: Zn = 1,8; Cu = 1,5; Mn = 5,0 e Fe = 1,6.

Os lodos de esgoto *in natura* e vermicompostado utilizados no primeiro experimento (plantio de rabanete) foram oriundos do leito de secagem do tratamento secundário da Estação de Tratamento de Esgoto do Terminal Integrado de Passageiros de Pernambuco - ETE / TIP - Curado, Recife, Pernambuco, que trata esgotos predominantemente domésticos por meio de lagoas aeradas de mistura completa, seguidas de lagoas de decantação. Após a coleta, o material foi seco ao ar, com revolvimento periódico, e devidamente preparado para avaliação de sua composição química (Tabela 1).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos (zero, 25, 50 e 75 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto mais 25 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto vermicompostado com a Vermelha da Califórnia (*Eisenia foetida*)) e três repetições. Os canteiros de alvenaria mediram 1 m de largura por 3 m de comprimento e 0,20 m de profundidade, com 21 fileiras espaçadas de 0,35 m entre fileiras e 0,15 m entre plantas, sendo consideradas nas avaliações as 10 plantas centrais, com área útil de 2 m².

Após a coleta do rabanete, o solo ficou 10 dias em pousio para ser avaliado o efeito residual do lodo de esgoto, através do plantio de cenoura. O plantio da cenoura (*Daucus carota*) foi realizado por meio de semeadura direta, numa profundidade de 1,5 cm, colocando-se 10 gramas de sementes por canteiro da cultivar Brasília. Após a germinação (de 7 a 10 dias), foi feito o desbaste deixando-se as plantas que apresentavam folhas bem desenvolvidas.

Foram realizados os tratos culturais normais para a cultura, incluindo irrigação por aspersão, até duas vezes ao dia, procurando fornecer quantidade de água suficiente para o bom desenvolvimento da cenoura nos períodos de ausência de precipitação; sombreamento com folhas de bananeira ou palmeira, a fim de evitar evapotranspiração elevada nos períodos mais quentes, e capinas manual ou com auxílio de enxadas para manter as culturas livres de plantas invasoras.

A colheita da cenoura foi realizada 90 dias após semeadura, fazendo amostragem na área útil estipulada para os canteiros, em 10 pontos equidistantes (10 plantas). Logo após, procedeu-se à pesagem das raízes lavadas e secas com papel toalha; calculou-se o peso médio das raízes de cada tratamento e os valores foram convertidos em t.ha⁻¹, conforme

Pereira (2002). Ao final da colheita efetuou-se a amostragem do solo, coletando-se sub-amostras em ziguezague que originaram uma amostra composta por canteiro, para análise química, de acordo com a metodologia da Embrapa (1997).

Para a observação das alterações na composição do solo após o plantio da cenoura, foi utilizada a análise de componentes principais (PCA, do inglês Principal Component Analysis). A técnica PCA tem como objetivo encontrar a direção ao longo da qual a distância entre as diferentes amostras é maior, isto é, a combinação linear das variáveis iniciais na qual as amostras mais se diferenciam. Essas direções, chamadas de componentes principais (“PCs”), são computadas de tal maneira que a primeira PC é aquela que contém mais informação (maior variância explicada). A segunda PC, ortogonal à primeira, contém a máxima variância residual, e assim por diante. Após a extração de todas as “PCs”, elas formam um novo conjunto de coordenadas com duas vantagens sobre o conjunto original: são ortogonais e são calculadas em ordem decrescente de importância, de modo que cada PC contém menos informação que a anterior (Sharaf et al.,1986; Massart et al.,1997).

Para a análise, as matrizes de dados formadas pelas médias dos valores de pH, condutividade elétrica (CE), cálcio (Ca), magnésio (Mg), matéria orgânica (MO), sódio (Na), potássio (K) e nitrogênio (N) do solo, bem como raiz, folha e nutrientes absorvidos, como nitrogênio (N), sódio (Na) e potássio (K) da cenoura, foram colocadas como dados de entrada em contraposição com as doses de lodo de esgoto testadas (zero, 25, 50 e 75 Mg ha¹), o algoritmo adotado para o pré - processamento das matrizes de dados do solo foi o auto - escalonamento.

Resultados e Discussão

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, percebe-se que o lodo de esgoto possui atributos coerentes com os estabelecidos pelo Conama (Brasil, 2006); portanto, com condições de ser usado em experimentos agrícolas.

A variância percentual acumulada (Massart et al., 1997; Sharaf et al., 1986; Illman & Kowalski, 1986) encontrada na análise estatística foi de 78,24 % chegando a 89,66 % quando se inclui um terceiro componente principal, para o solo cultivado com cenoura.

Assim, nas Tabela 2 e Figura 1, são mostrados os escores e os pesos para os dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2) das médias dos dados do solo cultivado com a cenoura.

A Figura 1a apresenta os pesos, onde se observa a correlação existente entre as variáveis analisadas e a sua contribuição para as correlações existentes entre os tratamentos empregados (escores). Pode-se constatar que a fertilidade do solo apresenta uma correlação positiva com o teor de sódio (Na) e potássio (K).

Porém, percebe-se que há uma tendência à salinidade no solo, mostrando a necessidade de monitoramento para esta variável. Segundo Bernardo (1997) a salinização do solo afeta a germinação, a densidade e o desenvolvimento vegetativo das culturas, reduzindo sua produtividade, o que não aconteceu neste experimento. Percebe-se, também, através da mesma Figura 1a, que os atributos do solo que mais se relacionaram foram o K e o pH cujo valor está dentro da faixa (5,7 a 6,8) recomendada por Filgueira (2003) para a cultura da cenoura, não havendo, portanto, impedimento químico para o desenvolvimento das raízes.

Verificou-se que houve diferença estatística significativa para a soma de bases - S (Figura 1a). O uso da dose equivalente a 25 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto vermicompostado – 25LEV resultou no maior valor de S. A partir daí, as demais doses apresentaram menores valores para S, o que pode estar relacionado com a menor quantidade de nutrientes deixados no solo pela cultura anterior (rabanete).

Ao longo do primeiro componente principal (PC1) percebe-se que a amostra referente à dose equivalente a 50 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto sofre influência do Mg, Ca e N (Figura 1a), não chegando a afetar a produtividade da cenoura (Figura 2a), uma vez que esses elementos acumulam-se na parte aérea (folhas), conforme Malavolta (1981).

Ainda pode-se observar na Figura 1 (a) e (b), que a dose correspondente a 75 Mg ha^{-1} de lodo de esgoto - LE apresenta para os teores de nitrogênio (N) e matéria orgânica (MO) valores superiores aos dos demais tratamentos empregados. O teor de matéria orgânica (Figura 1(b)) encontrado no solo não indica um aumento considerável de acordo com as doses empregadas de lodo de esgoto, supostamente pela presença de compostos orgânicos estáveis, como lignina, celulose, lipídios, substâncias húmicas, graxas, ceras, óleos e resinas (Faria, 2007; Andreoli et al., 2001).

A primeira componente principal (PC1) no gráfico dos escores (Figura 1b) mostra que existe uma correlação positiva entre os tratamentos utilizados com as doses equivalentes a 25 Mg ha^{-1} de lodo de esgoto - LE e de lodo de esgoto vermicompostado - LEV e que os mesmos apresentam uma correlação negativa com a dose correspondente a 75 Mg ha^{-1} de lodo de esgoto - LE.

Nas Tabela 3 e Figuras 2 e 3 são apresentados os resultados dos elementos químicos absorvidos pela raiz e folha da cenoura, bem como sua produtividade, em t ha^{-1} .

Na Figura 2 têm-se os pesos e os escores para as duas primeiras componentes da análise da raiz da cenoura. A variância total explicada para as duas primeiras componentes é de 86 %.

A produtividade observada na Figura 2a mostra-se maior do que a média apresentada no Estado de Pernambuco, que é de 20 t ha^{-1} , onde as doses equivalentes a 25 Mg ha^{-1} de lodo de esgoto - 25LE ($27,66 \text{ t ha}^{-1}$) e de lodo de esgoto vermicompostado - 25LEV ($22,44 \text{ t ha}^{-1}$) são as que apresentam maior produção, com um destaque para o tratamento 25LE, possivelmente devido a uma maior concentração de K no solo, que afeta positivamente a produção da cenoura (Filgueira, 2003).

A Figura 2a mostra a existência de uma correlação positiva entre a produtividade da raiz e o teor do sódio (Na). A análise simultânea dos gráficos dos pesos (Figura 2a) e dos escores (Figura 2b) indica uma associação da maior produção com a dose correspondente a 25 Mg ha^{-1} de lodo de esgoto - 25LE, onde os teores de Na se encontram acima dos valores

médios encontrados nos demais tratamentos, contrastando, assim, com os resultados obtidos por Souza (1990).

A Figura 2b mostra que existe uma correlação negativa entre os tratamentos correspondentes a 25 e 75 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto, sendo este último o que apresentou menor produção, com valores médios para os teores de nitrogênio, sódio e potássio abaixo do valor médio dos outros tratamentos. Observa-se que o nitrogênio não influenciou a produção de raízes da cenoura, provavelmente porque esse nutriente se acumula nos brotos e folhas novas das plantas, conforme Souza (1990).

A Figura 3 mostra os pesos e os escores para as duas primeiras componentes da análise da folha da cenoura. A variância total explicada para as duas primeiras componentes é de 99 %.

A Figura 3a apresenta uma correlação positiva entre os teores de potássio (K) e nitrogênio (N) sendo que os mesmos estão negativamente correlacionados como o teor de sódio (Na).

A análise simultânea dos pesos (Figura 3a) e dos escores (Figura 3b) apresenta a dose correspondente a 25 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto - 25LE com o teor de sódio acima dos valores médios encontrados nas demais doses. A dose equivalente a 25 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto vermicompostado - 25LEV possui teor de N e K acima da média, coincidindo com os dados da literatura e obedecendo ao comportamento esperado para a cultura (Malavolta, 1981).

Como existe uma carência de alternativas tecnológicas adequadas às condições socioeconômicas da Comunidade Famílias Unidas, o uso do lodo de esgoto como tecnologia simples resultou na melhoria da produtividade, associada com qualidade e sustentabilidade, e na geração de renda adicional em 41% para a dose correspondente a 25LE e de 14% para a dose correspondente a 25LEV.

Conclusões

- De acordo com os resultados obtidos, o uso do lodo de esgoto afetou positivamente a produção da cenoura, agregando valor econômico à cultura através da produtividade acima da média, contribuindo para o aumento da renda familiar, com efeito significativo da dose equivalente a 25 Mg ha^{-1} de lodo de esgoto e de lodo de esgoto vermicompostado.
- A cenoura cultivar Brasília mostrou-se plenamente adaptada às condições experimentais, sendo sua maior produtividade, nas doses equivalentes a 25 Mg ha^{-1} de LE ($27,66 \text{ t.ha}^{-1}$) e de LEV ($22,44 \text{ t.ha}^{-1}$).
- Os resultados apresentados não referendam o LE como material inócuo do ponto de vista ambiental e sim reforçam a necessidade da continuidade de mais pesquisas sobre o assunto, de preferência de longa duração.

Agradecimentos

À Rede CCI/FIUC pela oportunidade de desenvolver esse trabalho parte do Projeto de Pesquisa “Formação de técnicos para melhorar a qualidade de solos em países em desenvolvimento”; à UNICAP pelas análises laboratoriais e à Comunidade Famílias Unidas pela oportunidade.

Referências

ALLOWAY, B.J.; JACKSON, A.P. The behaviour of heavy metals in sewage sludge amended soils. **Science Environmental**, v.100, p.151-176, 1991.

ANDRADE, C.A. e MATTIAZZO, M.E. Nitratos e metais pesados no solo após a aplicação de biossólido (lodo de edgoto) em plantações florestais de *Eucaliptus grandis*. *Sci. Flor.*,58,59,72, 2000.

ANDREOLI, C.V.; PEGORINI, E.S. **Plano de reciclagem agrícola de lodo de esgoto do município de Maringá**. Curitiba, Sanepar, 1999. 100p.

ANDREOLI, C.V.; LARA, A.I.; FERNANDES, F. **Reciclagem de biossólidos: transformando problema em solução**. Curitiba: SANEPAR, 2.ed, p.28-35. 2001.

BARBOZA, R. S. L. **Influência do lodo de esgoto na nodulação e no desenvolvimento do caupi** (*Vigna unguiculata* [L.] Walp). 84p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais. Recife, 2007.

BERNARDO, S. **Impacto ambiental da irrigação no Brasil**. In: SILVA, D.D.; PRUSKI, F. F. (Eds.). Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. Brasília: MMA/SRH/ABEAS. Departamento de Engenharia Agrícola, 1997. p.79-88.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna, SP: EMBRAPA, 2000. 312 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisas Pedológicas. **Levantamento exploratório: reconhecimento dos solos do Estado de Pernambuco**. Recife, 1973. 431 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Superintendência do Planejamento. **Aptidão agrícola das terras de Pernambuco**. Brasília, BINAGRI, 98p. 1979 (Coleção Estudos Básicos para Planejamento Agrícola, 5).

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 375 de 29 de agosto e 2006. Brasília, Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2006. 32 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=506> acessado em 05/02/2009.

CAMARGO, M.N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J.H. **Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.12, p.11-33. 1987.

CARVALHO, A.M.; JUNQUEIRA, A.M.R.; VIEIRA, J.V.; REIS, A.; SILVA, J.B.C. Produtividade, florescimento prematuro e queima-das-folhas em cenoura cultivada em sistema orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**, v.23, p. 250-254, 2005.

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE HORTALIÇAS – EMBRAPA. **Tabelas de produção de hortaliças em 2004**. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/útil/tabelas/2004/situação-por-hortaliças-2004>

CHIBA, M.K.; **Uso do Lodo de Esgoto na cana-de açúcar como fonte de nitrogênio e fósforo: Parâmetros de fertilidade do solo, nutrição da planta e rendimentos da cultura**. Piracicaba, Universidade de São Paulo, 2005. 142 p. (Tese de Doutorado)

CHIBA, M.K.; MATTIAZZO, M.E e OLIVEIRA, F.C., Cultivo de cana-de açúcar em argissolo tratado com lodo de esgoto. I – Disponibilidade de nitrogênio no solo e componentes de produção. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:643-652, 2008 a.

CHIBA, M.K.; MATTIAZZO, M.E e OLIVEIRA, F.C., Cultivo de cana-de açúcar em argissolo tratado com lodo de esgoto. II – Fertilidade do solo e nutrição da . **R. Bras. Ci. Solo**, 32:653-662, 2008 b.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas Agrícolas: critérios para projeto e operação . São Paulo, 1999. 35 p. (Manual Técnico)

DUDA, C.; ARAUJO, E.S. Efeito do espaçamento entrelinhas na produção de cenoura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULURA, 43. **Resumos...** Recife: SOB (CD-ROM). 2003. [[Links](#)].

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 400p.

FARIA, L.C. de. **Uso do lodo de esgoto (biossólido) como fertilizante em eucaliptos: demanda, potencial e crescimento das árvores e viabilidade econômica**. 107 p. Universidade de São Paulo: Tese de Doutorado (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz). Piracicaba, 2007.

FERREIRA, R.C. **Uso do lodo de esgoto no desenvolvimento do açaí (Euterpe oleracea Mart.)**. 59 f: il. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Curso de Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais. 2008.

FIA, R; MATOS, A.T; AGUIRRE, I.C. Características químicas de solo adubado com doses crescentes de lodo de esgoto caledo. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.13, n.4, p. 287-299, Out./Dez., 2005.

FILGUEIRA ,F.A.R., **Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2 ed. Editora UFV- Viçosa, MG. p.421, 2003.

ILLMAN, D.L; KOWALSKI, R.B.; **Chemometrics** . 1 ed., Wiley-IEEE, 332 p.1986

KOFFLER, N.F.; LIMA, J.F.W.F.; LACERDA, M.F.; SANTANA, J.F.; SILVA, M.A. **Caracterização edafo-climática das regiões canavieiras do Brasil - Pernambuco.** Piracicaba, MIC/ PLANALSUCAR. 1986. 85 p

LOPES, R.A.W.; NEGREIROS, Z.M.; TEÓFILO, S.M.T.; ALVES, S.S.V; MARTINS, M.C.; NUNES, G.H.S.; GRENGEIRO, C.L. Produtividade de cultivares de cenoura sob diferentes densidades de plantio. **Revista Ceres, 55: 482-487, 2008.**

LOURENÇO, R. S. **Utilização de lodo de esgoto aeróbio e calado em florestas.** Embrapa-PA, p.1-3. 1997 (Comunicado técnico, 18).

MALAVOLTA, E. Nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo. Agronômica Ceres, **Manual de Química Agrícola.** 528 p. 1981.

MASSART, D.L.; VANDEGINSTE, G.M.; BUYDENS, L.C.M. **Handbook of chemometrics and qualimetrics: Part A.** Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 322p. 1997.

MESSIAS, A. S. et al. **Uso de lodo de esgoto em plantas condimentares e medicinais na Zona da Mata do estado de Pernambuco, Brasil.** Recife: projeto de pesquisa da Rede FIUC, 2006. 85 p. (cadastro 34644-QUI-004-2006/13E).

MESSIAS, A.S.; SILVA, H. A.; LIMA, V. N.; SOUZA, J.E.G. Avaliação da mobilidade de micronutrientes em solo tratado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v.3, n.3, p193-211, set-dez, 2007.

NASCIMENTO, C.W.A.; BARROS, D. A.S.; MELO, E. E. C.; OLIVEIRA, A. B. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 28, p. 385-392, 2004.

OLIVEIRA, C. A.S.; BRASIL, M.N.; MAZUR, N. Efeitos da aplicação do lodo de esgoto enriquecido com cádmio e zinco na cultura do arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n.1, 2005.

PEREIRA, E. R. **Cultivo da rúcula e do rabanete sob túneis baixos cobertos com plástico com diferentes níveis de perfuração**. 2002. 113 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo.

SHARAF, M.A.; LAARHOVEN, P.J.M, ILLMAN, D.L. **Simulated annealing: theory and applications**. Reidel, Dordrech, 315p.1986.

SILVA, F.C.; BOARETTO, A.E.; BERTON, R.S.; ZOTELLI, H.B.; PEXE, C.A.; E MENDONÇA, E. Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto: Nutrientes, metais pesados e produtividade. **Pesq. Agropec. Bras.**, **33:1-8, 1998**.

SILVA, A. B. da. **Planejamento experimental e modelagem estatística do efeito do uso do lodo de esgoto em solos**. 51 f: il. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Curso de Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais. 2008.

SOUZA, J.L. Efeito do composto orgânico e da cobertura morta na cultura da cenoura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 36, **Resumos...** Rio de Janeiro: SOB. v.14, 1996.

SOUZA, P.A. **Efeito de diferentes fontes de adubos orgânicos sobre a produtividade de cenoura** 76 f. Monografia, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 1990.

VIEIRA, J.V.; PESSOA, H.B.S.V. **Cultivares: cultivo da cenoura (*Daucus carota* L.)**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 19p. (Embrapa Hortaliças. Instrução Técnica, 13). 1997.

Tabela 1 Características químicas do lodo de esgoto da Estação de Tratamento de Esgoto do Terminal Integrado de Pernambuco - ETE / TIP, Recife/Pernambuco

pH	(H ₂ O)	5,1
P	mg kg ⁻¹	45
Cu	mg kg ⁻¹	155
Fe	mg kg ⁻¹	169
Zn	mg kg ⁻¹	548
Mn	mg kg ⁻¹	207
Cd	mg kg ⁻¹	10
Pb	mg kg ⁻¹	120
Na	cmolc dm ⁻³	0,3
K	cmolc dm ⁻³	2,1
Ca	cmolc dm ⁻³	9,4
Mg	cmolc dm ⁻³	1,2
N	g kg ⁻¹	22,5
C	g kg ⁻¹	285
MO	Kg/ kg ⁻¹	49
C/N	-	12,7
Umidade (a 60 °C)	g kg ⁻¹	471,2

(Valores com base na matéria seca)

Tabela 2 Efeito do lodo de esgoto em atributos do solo cultivado com cenoura

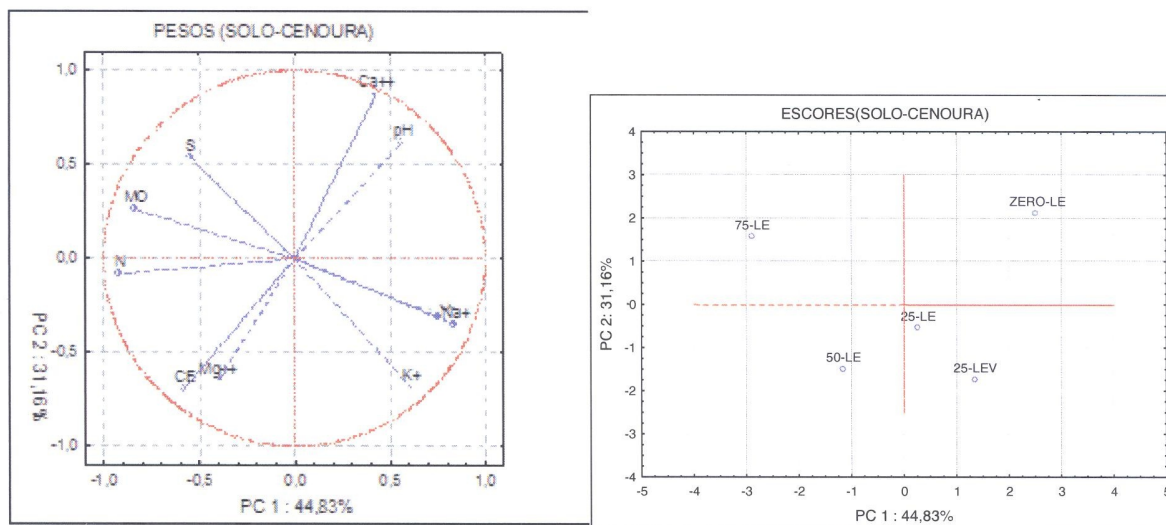
DOSES Mg ha ⁻¹	pH (H ₂ O)	CE μS cm ⁻¹	Ca cmolc dm ⁻¹	Mg cmolc dm ⁻¹	Na cmolc dm ⁻¹	K cmolc dm ⁻¹	S cmolc dm ⁻¹	MO (g/kg)	N (g/kg)
0 LE	6,93	39,77	6,77	1,53	6,67	4,67	19,63	22,29	31,1
25 LE	6,50	54,67	5,97	1,57	6,33	5,00	18,87	22,83	37,7
25 LEV	6,73	61,67	5,70	2,07	7,00	5,33	20,10	22,57	31,7
50 LE	6,55	57,57	5,20	2,10	6,33	4,67	18,30	22,53	39,4
75 LE	6,68	58,43	6,13	1,87	11,33	4,33	23,67	23,55	40,1

Onde: LE = lodo de esgoto; LEV = lodo de esgoto vermicompostado; S = Soma das bases

Tabela 3 Valores médios de nitrogênio, sódio e potássio absorvidos pela raiz e folha e produção da cenoura

Dose Mg ha ⁻¹	N		Na (g/kg)		K		Produção t ha ⁻¹
	Raiz	Folha	Raiz	Folha	Raiz	Folha	
0 LE	10,23	11,91	14,67	12,67	145,33	130,33	19,58
25 LE	11,07	7,43	18,00	11,50	141,07	126,67	27,66
25 LEV	14,29	13,92	18,00	7,50	130,33	133,33	22,44
50 LE	11,58	9,72	15,83	9,17	134,00	128,00	11,50
75 LE	11,07	9,44	15,33	10,00	131,00	127,00	5,64

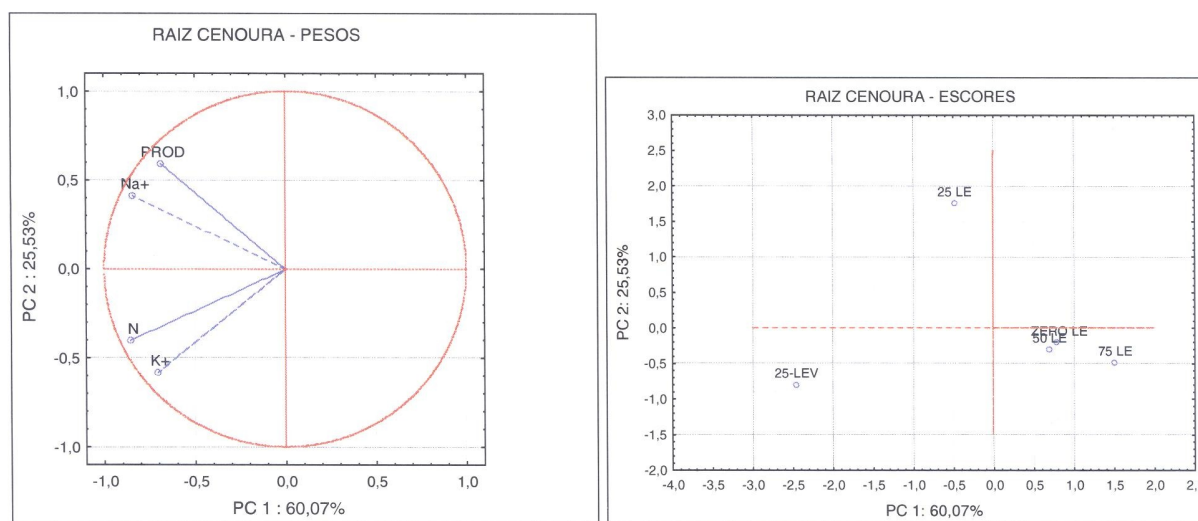
Onde: LE = lodo de esgoto; LEV = lodo de esgoto vermicompostado



(a)

(b)

Figura 1. Pesos (a) e escores (b) para as duas primeiras componentes principais para análise do solo cultivado com cenoura.



(a)

(b)

Figura 2. Pesos (a) e escores (b) para as duas primeiras componentes principais para análise da cenoura (raiz)

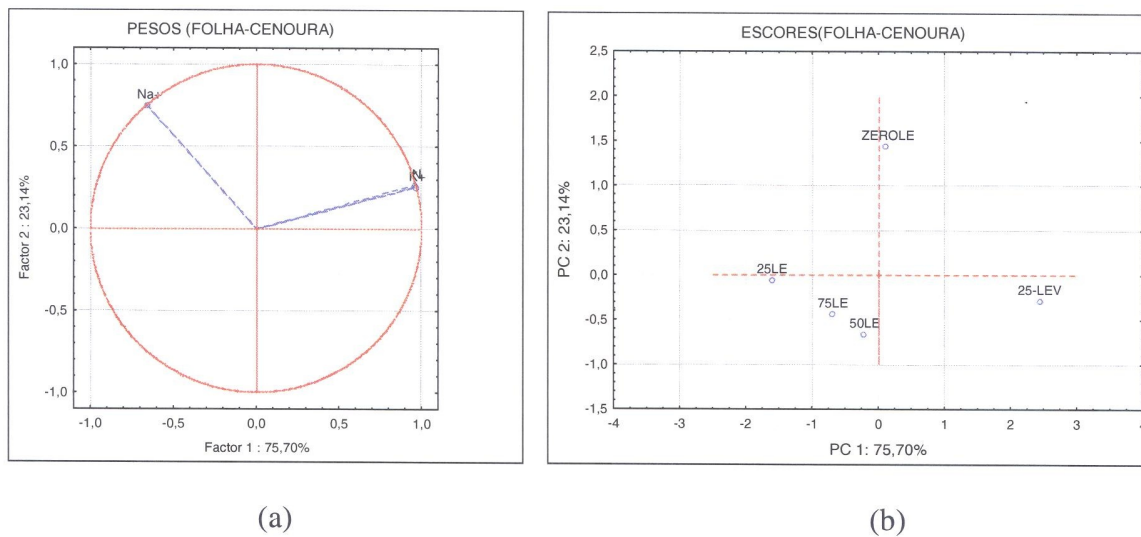


Figura 3. Pesos (a) e os escores (b) para as duas primeiras componentes principais para análise da folha da cenoura

ANEXOS

Capítulo 2

INSTRUÇÕES PARA SUBMISSÃO DE TRABALHOS NA REVISTA PAB – Pesquisa Agropecuária Brasileira

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos e não podem ter sido encaminhados a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

A Comissão Editorial faz análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como: escopo; apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; resultados com contribuição significativa; discussão dos fatos observados frente aos descritos na literatura; qualidade das tabelas e figuras; originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério só é aplicado aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não pode ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas, Novas Cultivares e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor. Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

Os trabalhos devem ser encaminhados por via eletrônica para: pab@sct.embrapa.br

A mensagem que encaminha o trabalho para publicação deve conter:

- *Título do trabalho.
- *Nome completo do(s) autor(es).
- *Formação acadêmica e grau acadêmico do(s) autor(es).
- *Endereço institucional completo e endereço eletrônico do(s) autor(es).
- *Indicação do autor correspondente.

- * Acima de quatro autores, informar a contribuição de cada um no trabalho.
- * Destaque sobre o aspecto inédito do trabalho.
- * Indicação da área técnica do trabalho.
- * Declaração da não-submissão do trabalho à publicação em outro periódico.

Cada autor deve enviar uma mensagem eletrônica, expressando sua concordância com a submissão do trabalho.

O texto deve ser digitado no editor de texto Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, margens de 2,5 cm, com páginas e linhas numeradas.

Acesso aos ítems:

APRESENTAÇÃO DO ARTIGO CIENTÍFICO

Título
Autores
Resumo
Termos para indexação
Introdução
Material e Métodos
Resultados e Discussão
Conclusões
Agradecimentos
Referências
Citações
Fórmulas, expressões e equações matemáticas
Tabelas
Figuras

NOTAS CIENTÍFICAS

NOVAS CULTIVARES

OUTRAS INFORMAÇÕES

APRESENTAÇÃO DO ARTIGO CIENTÍFICO

O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

Artigos em português – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

Artigos em inglês – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index trms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

Artigos em espanhol – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Material y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

Título ▲

- * Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.
- * Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- * Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como “efeito” ou “influência”.
- * Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.
- * Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.
- * As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores ▲

- * Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção "e", "y" ou "and", no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.
- * O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à respectiva chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

- * São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.
- * Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.
- * Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo ▲

- * O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separada do texto por travessão.
- * Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.
- * Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos empregados na pesquisa, os resultados e a conclusão.
- * O objetivo deve estar separado da descrição de material e métodos.
- * Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.
- * O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação ▲

- * A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.
- * Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.

- * Não devem conter palavras que componham o título.
- * Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.

Introdução ▲

- * A palavra Introdução deve ser centralizada na página e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- * Deve ocupar, no máximo, duas páginas.
- * Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- * O último parágrafo deve expressar o objetivo, de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos ▲

- * A expressão Material e Métodos deve ser centralizada na página e grafada em negrito; Os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.
- * Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- * Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- * Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- * Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- * Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- * Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- * Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- * Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.
- * Pode conter tabelas e figuras.

Resultados e Discussão ▲

- * A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada na página e grafada em negrito; Os termos Resultados e Discussão devem ser grafados com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Deve ocupar quatro páginas, no máximo.
- * Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.
- * As tabelas e figuras são citadas sequencialmente.
- * Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos frente aos apresentados por outros autores.
- * Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- * Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.
- * As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- * Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- * As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões ▲

- * O termo Conclusões deve ser centralizado na página e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo, e elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- * Não podem consistir no resumo dos resultados.
- * Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- * Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos ▲

- * A palavra Agradecimentos deve ser centralizada na página e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Devem ser breves e diretos, iniciando-se com "Ao, Aos, À ou Às" (pessoas ou instituições).
- * Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências ▲

- * A palavra Referências deve ser centralizada na página e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- * Devem ser normalizadas de acordo com as normas vigentes da ABNT.
- * Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- * Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- * Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- * Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- * Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- * Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

Teses e dissertações

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste: relatório do ano de 2003**.

Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste.

Documentos, 66). Disponível em:

'<http://www.cpa0.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=DOC&num=66&ano=2004>. Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações ▲

* Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados.

* A autocitação deve ser evitada.

Redação das citações dentro de parênteses

* Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

* Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

* Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

* Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

* Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.

* Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.

* Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

Redação das citações fora de parênteses

* Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas ▲

* Fórmulas, expressões, símbolos ou equações matemáticas, escritas no editor de equações do programa Word, devem ser enviadas também em arquivos separados, no programa Corel Draw, gravadas com extensão CDR.

* No texto, devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho

padronizado da fonte Times New Roman.

* Não devem apresentar letras em itálico ou negrito.

Tabelas ▲

* As tabelas devem ser numeradas sequencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após referências.

* Devem ser auto-explicativas.

* Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.

* Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.

* O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.

* No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.

* Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.

* Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.

* Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.

* Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.

* Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares.

* Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.

* As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.

Notas de rodapé das tabelas

* Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.

* Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.

* Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ^{ns} (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras ▲

* São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.

- * Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.
- * O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.
- * Devem ser auto-explicativas.
- * A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.
- * Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.
- * Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.
- * O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.
- * As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.
- * Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).
- * Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.
- * As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.
- * Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.
- * Devem ser gravadas no programa Word, Excel ou Corel Draw (extensão CDR), para possibilitar a edição em possíveis correções.
- * Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.
- * No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).
- * Não usar negrito nas figuras.
- * As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.
- * Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

NOTAS CIENTÍFICAS ▲

- * Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

APRESENTAÇÃO DE NOTAS CIENTÍFICAS ▲

- * A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.
- As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:
- * Resumo com 100 palavras, no máximo.

- * Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.
- * deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

NOVAS CULTIVARES ▲

* Novas Cultivares são breves comunicações de cultivares que, depois de testadas e avaliadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), foram superiores às já utilizadas e serão incluídas na recomendação oficial.

APRESENTAÇÃO DE NOVAS CULTIVARES

Deve conter: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, título em inglês, Abstract, Introdução, Características da Cultivar, Referências, tabelas e figuras. As normas de apresentação de Novas Cultivares são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

- * Resumo com 100 palavras, no máximo.
- * Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.
- * deve apresentar, no máximo, 15 referências e quatro ilustrações (tabelas e figuras).

- * A introdução deve apresentar breve histórico do melhoramento da cultura, indicando as instituições envolvidas e as técnicas de cultivo desenvolvidas para superar determinado problema.
- * A expressão Características da Cultivar deve ser digitada em negrito, no centro da página.
- * Características da Cultivar deve conter os seguintes dados: características da planta, reação a doenças, produtividade de vagens e sementes, rendimento de grãos, classificação comercial, qualidade nutricional e qualidade industrial, sempre comparado com as cultivares testemunhas.

OUTRAS INFORMAÇÕES ▲

- Não há cobrança de taxa de publicação.
- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.
- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.
- **Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231 e 3273-9616, fax: (61)3340-5483, via e-mail: pab@sct.embrapa.br ou pelos correios: Embrapa Informação Tecnológica, Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB, Caixa Postal 040315, CEP 70770-901 Brasília, DF.**