



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO SOCIOAMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

HENRIQUE LUIS DA SILVA SANTOS

**USO DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA COMPOSTAGEM DE
RESÍDUOS DE SUÍNOS**

**ITAPETINGA-BA
2013**

HENRIQUE LUIS DA SILVA SANTOS

USO DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA COMPOSTAGEM DE
RESÍDUOS DE SUÍNOS

Dissertação apresentada ao Centro de Ensino, Pesquisa e Extensão Socioambiental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - *campus* Itapetinga, para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Orientador: Prof^a Dr^a Carmen Lucia de Souza Rech

Co-orientadores: Prof. Dr. José Luiz Rech
Dr. Raul Castro Carriello Rosa

ITAPETINGA-BA
2013

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada à fonte.

Santos. Henrique Luis da Silva

Uso de diferentes substratos na compostagem de resíduos de suínos / por Henrique Luis da Silva Santos-2013

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, 2013. “Orientação: Profª Drª Carmen Lucia de Souza Rech; Co-orientação: Prof. Dr. José Luiz Rech, Dr. Raul Castro Carriello Rosa”

1. Ciências Ambientais – 2. Substrato. 3. Compostagem. 4. Resíduos líquidos. 5. Suínos

Catlogação na Fonte:

Rogério Pinto de Paula – CRB5-1654
UESB – *Campus* de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramentos por Assunto:

1. Ciências Ambientais; 2. Substrato; 3. Compostagem; 4. Resíduos líquidos; 5. Suíno

Lorenzo Alexandrino Santos

Que tu possas seguir o mesmo caminho trilhado pelos teus pais.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

À UESB, Por oferecer-me formação de graduação e mestrado. Esta obra demonstra meu anseio de que a Instituição possa oferecer sempre um ensino público, gratuito e de qualidade a todos que lhe são dignos.

Ao PPGCA, pela oportunidade de formação.

A CAPES, pela concessão de bolsa de pesquisa de mestrado que viabilizou a realização a execução do trabalho de pesquisa.

Aos meus orientadores de dissertação Prof^a. Dr^a Carmen Lucia de Sousa Rech, Prof. Dr. José Luiz Rech, pela agradável convivência, pelo respeito e compreensão, pela disponibilidade e empenho em me orientar, pelo voto de confiança, e por seu exemplo.

Ao meu co-orientador Dr. Raul Carrielo pelo auxílio prestado.

Aos professores doutores Alexilda Oliveira e Luiz Humberto Souza integrantes do meu Exame de Qualificação, pela disponibilidade em colaborar com o trabalho e com a minha formação, pelos ensinamentos, pelas críticas e sugestões.

Ao professor do Departamento de Solos Carlos Henrique Farias Amorim pelo ensinamento, pela colaboração, pelo voto de confiança.

Aos servidores administrativos da Instituição, pelo auxílio durante o desenvolvimento da pesquisa, e ao Setor de Suinocultura da UESB, pela disponibilização de instalações e meios para a coleta de amostras dos dejetos para a execução do trabalho.

Aos professores de outros cursos e instituições, Dr. Sebastião Roberto Soares (PPGEA/UFSC), Dr. Paulo Belli Filho (PPGEA/UFSC) pela receptividade e ao Dr. Rodrigo de Almeida Mohedano (LABEFLU/UFSC) pelo ensino prestado e por sua demonstração de amizade.

Aos colegas do Laboratório de Nutrição Animal, pela convivência, auxílio e amizade.

Aos meus pais, por ensinar-me o valor da honestidade e do trabalho, por viabilizar uma formação familiar sólida e correta, pela compreensão à minha ausência, pela motivação, pelas orações, pelo apoio.

À Daniela Alexandrino, minha sempre companheira, por dividir comigo as angústias desta longa empreitada, por seu amor, por dar-me força e apoio, pelo auxílio, por seu exemplo.

Aos meus colegas de estatística aplicada, o Vanius Buzzatti Falleiro (Gaúcho), Bárbara Machado (Barbinha) pelo exemplo, pela oportunidade de um convívio familiar harmonioso, éramos colegas hoje somos amigos

A melhor republica de Floripa "*Ogro House*": Neandro Henrique Corradi, Túlio Gonçalves (cansado), Ygor Póvoa Guimarães (o mineiro mais louco que já conheci) e o galanteador Gabriel Serafim (Serafa) meu eterno "freguês" no futebol, boas lembranças dos nossos "happy hours" nas calouradas da UFSC.

A Marayana Prado Pinheiro pela contribuição e auxílio na fase de estágio de docência, confiando-me e disponibilizando a disciplina Conservação e Recuperação de Ambientes, o meu muito obrigado.

A Simone Andrade Gualberto pelos momentos de auxílio e palavras de conselhos.

A todas as pessoas que, de alguma forma, sem que eu soubesse, contribuíram para a minha formação e à realização deste trabalho.

RESUMO

SANTOS, H.L.S. **Uso de diferentes substratos na compostagem de resíduos de suínos**. Itapetinga - BA: UESB, 2013. 99 p. Mestrado em Ciências Ambientais – Área de Concentração em Meio Ambiente e Desenvolvimento.

O grande desafio da suinocultura consiste no desenvolvimento de processos que reduzam o potencial poluente e valorizem os dejetos suinícola. Uma alternativa bem utilizada como forma de tratamento para os resíduos líquidos de suínos é a compostagem, sendo uma técnica viável por gerenciar os efluentes desta importante atividade agropecuária. Portanto, avaliar os principais fatores que afetam a atividade microbiológica durante o processo, além de estudar e desenvolver procedimentos para realizar a compostagem de dejetos de suínos com diferentes substratos (maravalha, serragem e sobra de volumoso), foram objetos da referida pesquisa, visando à redução do volume produzido na atividade suinícola, valorização do composto, e minimização do impacto ambiental. Por conseguinte, foi conduzido um estudo em condições de campo de janeiro a julho de 2012 na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, no setor de suinocultura. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com os seguintes tratamentos: Dejetos de suínos *in natura* (DSI) sendo a testemunha, Dejetos de suínos + serragem (DS), Dejetos de suínos + maravalha (DM) e Dejetos de suínos + sobra de volumoso (DSV). Os tratamentos foram distribuídos em unidades experimentais (composteiras) de maneira aleatória, onde cada tratamento teve quatro repetições. As variáveis analisadas como temperatura do processo de compostagem e pH, verificou-se que não houve efeito significativo para os tratamentos DSI, DS, DM e DSV. Para as variáveis físico-químicas do composto, foram analisados os seguintes parâmetros: C, N, relação C/N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn e MO, onde constatou-se que houve efeito significativo, mostrando que os melhores resultados alcançados foram com os tratamentos DS e DM, demonstrando que o sistema muda as características físicas dos dejetos, concentrando nutrientes, bem como, reduz o volume e minimiza os impactos ambientais causados pela atividade.

ABSTRACT

SANTOS, H.L.S. **Using different substrates in pin waste composting.** Itapetinga - BA: UESB, 2013 98 p. Master in Environmental Sciences – Area of Concentration on Environment and Development.

The great challenge is to develop swine processes that reduce pollution potential and value the pig manure. An alternative well used as a treatment for swine liquid waste is composted and is a viable technique for managing the effluent of this important agricultural activity. Therefore, assessing the main factors that affect microbial activity during the process, and study and develop procedures to carry out the composting of swine manure with different substrates (wood shavings, sawdust and leftover bulky), were objects of that research, aiming at reducing the volume produced in pig activity, recovery of the compound, and minimizing environmental impact. Therefore, a study was conducted under field conditions from January to July of 2012 at the State University of Southwest Bahia - UESB, the swine industry. The experimental design was completely randomized with the following treatments: Manure from pigs in natura (DSI) being the witness, Manure from pigs + sawdust (DS), Manure from pigs shavings + (DM) and the Swine Manure + plenty of roughage (DSV). The treatments were experimental units (composters) randomly, where each treatment was replicated four times. The analyzed variables such as temperature and pH composting process, it was found that there was no significant effect for treatments DSI, DS and DM DSV. For physico-chemical compound, the following parameters were analyzed: C, N, C / N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn and MO, where it was found that there was no effect, showing that the best results were achieved with the DS and DM treatments, demonstrating that the system changes the physical characteristics of the waste, concentrating nutrients and reduces the volume and minimizes the environmental impacts caused by the activity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição da produção por regiões nos anos de 2000 e 2011 ($.10^6$) cabeças.	20
Figura 2. Produção dos estados de SC e BA nos anos de 2000 e 2011 ($.10^6$) cabeças	20
Figura 3. Rotas que interferem na qualidade da água e do solo .	22
Figura 4. Mapa de localização da cidade de Itapetinga.	46
Figura 5. Mapa da localização da UESB – campus Itapetinga.	47
Figura 6. Substrato maravalha	48
Figura 7. Substrato serragem	48
Figura 8. Substrato sobra de volumoso	49
Figura 9. Tanque de amianto onde os dejetos ficaram armazenados (DSI)	50
Figura 10. Esquema de impregnação de dejetos e coleta de amostras nas unidades experimentais.	50
Figura 11. Avaliação da temperatura de compostagem na fase 1 (impregnação).	56
Figura 12. Avaliação da temperatura de compostagem na fase 2 (estabilização).	57
Figura 13. Avaliação do pH durante o período experimental.	59
Figura 14. Avaliação do percentual de N durante o período experimental.	60
Figura 15. Avaliação do percentual médio de C durante o período experimental.	62
Figura 16. Avaliação da relação C/N durante o período experimental.	64
Figura 17. Avaliação do teor médio de P durante o período experimental.	66
Figura 18. Avaliação do teor médio de K durante o período experimental.	67
Figura 19. Avaliação do teor médio de Ca durante o período experimental.	68
Figura 20. Avaliação do teor médio de Mg durante o período experimental.	70
Figura 21. Avaliação do teor médio de Cu durante o período experimental.	71

Figura 22. Avaliação do teor médio de Zn durante o período experimental.	72
Figura 23. Avaliação do teor médio de Fe durante o período experimental.	74
Figura 24. Avaliação do teor médio de Mn durante o período experimental.	75
Figura 25. Evolução do teor médio de MO durante o período experimental.	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Efetivo de Rebanhos Suínos (cabeças).	19
Tabela 2. Principais riscos ambientais associados ao manejo inadequado dos resíduos da produção de suínos.	23
Tabela 3. Especificações e tolerâncias permitidas dos fertilizantes organomineral e composto.	28
Tabela 4. Produção média diária de dejetos por diferentes categorias de suínos.	31
Tabela 5. Composição química de dejetos de suínos, em função do sistema de manejo utilizado.	32
Tabela 6. Temperaturas médias em °C na compostagem.	55
Tabela 7. Valor médio para pH por tratamento de acordo com as coletas.	58
Tabela 8. Percentual médio de nitrogênio total de acordo com as coletas.	60
Tabela 9. Percentual médio de carbono total de acordo com as coletas.	61
Tabela 10. Teor médio de C/N de acordo com as coleta.	63
Tabela 11. Teor médio de fósforo em g/kg, de acordo com as coleta.	65
Tabela 12. Teor médio de potássio em g/kg, de acordo com as coleta.	66
Tabela 13. Teor médio de cálcio em g/kg, de acordo com as coleta.	68
Tabela 14. Teor médio de magnésio em g/kg, de acordo com as coleta.	69
Tabela 15. Teor médio de cobre em mg/kg, de acordo com as coleta	70
Tabela 16. Teor médio de zinco em mg/kg, de acordo com as coleta	72
Tabela 17. Teor médio de ferro em mg/kg, de acordo com as coleta.	73
Tabela 18. Teor médio de manganês em mg/kg, de acordo com as coleta.	74
Tabela 19. Teor médio Matéria Orgânica de acordo com as coleta.	76

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIPECS	Associação Brasileira dos Criadores de Suínos
DSI	Dejetos de suínos <i>in natura</i>
DM	Dejeto de suínos maravalha
DS	Dejeto de suínos serragem
DSV	Dejeto de suínos sobra de volumoso
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate
MO	Matéria orgânica
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	14
1.1 INTRODUÇÃO.....	14
1.2 OBJETIVOS.....	16
1.2.1 Objetivo Geral	16
1.2.2 Objetivos Específicos	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Produção de Suínos no Mundo e no Brasil.....	17
2.2 Impacto Ambiental dos Dejetos de Suínos	21
2.2.1 Impactos do Ar	24
2.2.2 Impacto sobre os Mananciais de Água	26
2.2.3 Impacto no Solo	27
2.3 Manejo e Tratamento dos Dejetos de Suínos.....	30
2.3.1 Produção e Características dos Dejetos	30
2.3.2 Tratamento dos Dejetos	33
2.3.3 Uso como Adubo.....	35
2.4 Compostagem como Tratamento e Reciclagem dos Dejetos	37
2.4.1 Importância do Substrato Seco	38
2.5 Fatores que Afetam a Compostagem	39
2.5.1 Temperatura.....	39
2.5.2 Umidade	40
2.5.3 Relação C/N.....	41
2.5.4 Aeração.....	42
2.5.5 pH.....	43
2.6 Microrganismos Envolvidos no Processo de Compostagem.....	44

3. MATERIAIS E MÉTODOS	46
3.1 Local e Época	46
2.6.3 Determinação de Macros e Micronutrientes.....	47
3.3 Substratos.....	47
3.4 Tratamento de Dejetos	49
3.5 Coleta de Amostras	52
3.6 Preparo das amostras.....	52
3.6.1 Análises físico-químicas.....	53
3.2 Tratamentos e Delineamento Experimental.....	53
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1 Temperatura de compostagem.....	55
5. CONSIDERAÇÃO FINAIS	77
REFERÊNCIAS.....	79
ANEXOS	86

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

1.1 INTRODUÇÃO

A produção intensiva de animais constitui-se o núcleo da pecuária moderna, sendo o sistema justificado sob o pretexto de aumento da produção e redução dos custos. No entanto, a crescente demanda por produtos de origem animal, especialmente nos países em desenvolvimento, tem provocado aumento no número de animais confinados, provocando, muitas vezes, um desequilíbrio entre o número de animais e a capacidade-suporte do ecossistema, causando impactos negativos nos recursos naturais. Assim, o grande desafio para as atividades agropecuárias, em especial a suinocultura, é o desenvolvimento de um sistema de produção que não afete adversamente os recursos ambientais, principalmente o solo e a água.

A necessidade de planejamento ambiental é algo aceito pelos meios empresarial urbano e pelo meio agropecuário. Assim, os profissionais que atuam nessas atividades, devem-se preocuparem em planejar o uso dos recursos naturais nas propriedades rurais como também para a região na qual está inserida a atividade suinícola, de forma a controlar os efluentes emitidos, adequações das instalações e do sistema de tratamento dos resíduos ou do sistema de reciclagem.

Atualmente as atividades agropecuárias tem aumentado progressivamente a geração de resíduos orgânicos, os quais necessitam serem reincorporados de alguma forma aos sistemas naturais existentes de forma harmoniosa para que não ocorram impactos ambientais profundos. Sendo de fundamental importância o conhecimento da movimentação da matéria orgânica, bem como de outras substâncias presentes ou adicionadas ao solo que possam desempenhar funções essenciais sobre a possibilidade de reaproveitamento dos resíduos provenientes das atividades agrícolas.

O modelo suinícola praticado no Brasil, é uma atividade que baseia-se prioritariamente no confinamento dos animais, modelo este, que facilita na aplicação de tecnologias que permitem a melhor execução dessa atividade, porém interferem negativamente no equilíbrio dos ecossistemas. Assim, a armazenagem e eliminação dos dejetos se tornam um desafio aos produtores e pesquisadores devido ao seu alto potencial de poluição ambiental (CHOUHARY *et al.*, 1996), tais como os constatados nos estudos de Scherer *et al.* (1996) e Oliveira (2001).

Para mitigar estas interferências negativas das atividades da suinocultura várias alternativas já foram estudadas

Considerando que os dejetos de suínos são utilizados para adubação das lavouras aumentando a sobrecarga destes por unidade de área nas propriedades, já que na sua maioria, a estrutura fundiária e a proporção de terras aptas para a agricultura permaneceu a mesma. Assim a alternativa adotada pelos produtores, foi e ainda é a transferência do excedente para propriedades vizinhas, o que mostra cada vez menos oportuna, pois além dos custos de transporte, existe o potencial poluidor da suinocultura (OLIVEIRA, 2002).

Uma forma de reduzir estes impactos é a utilização da compostagem dos dejetos de suínos, manejando os resíduos de forma sólida. Como o processo de compostagem é aeróbico, as emissões de gases são reduzidas, além de que a aplicação do composto orgânico no solo poderá contribuir para aspectos químicos, físicos e biológicos dos mesmos, melhorando sua capacidade de armazenamento de água, porosidade e estabilidade dos agregados do solo e possibilitando a disponibilização de nutriente para as plantas. A compostagem também permite o uso de dejetos líquidos diminuindo a quantidade de água e proporcionando o uso do adubo orgânico em propriedades mais distantes do que normalmente acontece com os dejetos líquidos, pois o produto final possuirá menor volume e será sólido, além de facilitar o armazenamento do mesmo (BIDONI, 2001).

O presente trabalho teve como objetivo buscar alternativas para o uso de dejetos suínos, uma vez que o sistema de criação vigente acarreta sérios problemas ambientais, econômicos e sociais.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Estudar e desenvolver procedimentos para realizar a compostagem de dejetos de suínos com diferentes substratos visando à redução do volume produzido na atividade suinícola, valorização do composto, como também minimizar o impacto ambiental.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Avaliar quais dos substratos estudados (maravalha, serragem e sobra de volumoso), tem a melhor composição para o composto orgânico produzido em pequena escala;
- ✓ Gerar informações do processo de compostagem em pequena escala através do monitoramento do pH e temperatura durante todo o processo;
- ✓ Caracterizar o composto fisicamente;

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção de Suínos no Mundo e no Brasil

A China é hoje o maior produtor mundial de carne suína, produzindo cerca de 49,5 milhões de toneladas (49% do total mundial), estima-se que a produção mundial de carne suína tenha aumentado 18,1% (USDA, 2012), ainda segundo a USDA a produção mundial atingiu 101,13 milhões de toneladas equivalente carcaça em 2011.

Os maiores produtores em 2011 foram China, União Europeia, Estados Unidos e Brasil, respectivamente. Estes países compuseram 84,6% da produção total. Desde 2001, a produção de carne suína chinesa aumentou em 8,98 milhões, o que representa 22,2% (ABIPECS, 2012).

Para 2012 o USDA estima crescimento de 3,6% na produção do país. No período, a produção europeia cresceu 7,5%. A norte-americana e a brasileira aumentaram 18,3% e 44,7%, respectivamente conforme projeções do Departamento de Agricultura dos EUA (USDA).

O Brasil é o único país da América Latina, incluído na lista dos 10 maiores produtores mundiais de carne suína, tendo esta colocação melhorada ano após ano. A produção de suínos é realizada, principalmente, na região sul do Brasil e sendo bastante difundida para o Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste.

O crescimento populacional, a urbanização e o aumento da renda nos países em desenvolvimento estão proporcionando um expressivo aumento no consumo de alimentos de origem animal em todo o mundo, o resultado dessa demanda é a mudança da dieta de bilhões de pessoas e poderá proporcionar o incremento de oportunidades para a população do meio rural. (VALCARENGHI, 2009, p.8).

Para alguns autores, essa nova fase do mercado mundial, provocada pelo aumento da demanda de proteína animal, irá gerar o efeito SHE (Social, Health and Environment), ou seja, Social, Saúde e Meio Ambiente. Assim a economia dos países que irão produzi-la, pode sofrer desagregações:

- Em sua estrutura fundiária, por meio da exclusão de produtores tradicionais que não conseguem acompanhar os novos padrões de produção;

- Na saúde pública, pelas possibilidades de veiculação de zoonoses transmitidas por animais criados em grandes escalas;
- No ambiente, pelas pressões sobre os ativos ambientais nacionais, principalmente a água potável.

De acordo com Blei Junior (2001, p.2-4). “deve-se considerar que a atividade agropecuária possui dificuldades para absorver ou repassar para os consumidores, os custos dos investimentos ambientais”.

A suinocultura é uma atividade importante do ponto de vista econômico e social, uma vez que, se constitui em ferramenta de fixação do homem no campo, e instrumento de geração de empregos diretos e indiretos em toda a cadeia produtiva.

A globalização da cadeia suinícola fez com que fosse difundido um mesmo padrão produtivo indiferenciado em todo o mundo, e essa homogeneização da atividade produtiva faz com que um país, para permanecer competitivo na atividade, minimize os custos de produção, aperfeiçoe a produtividade e persiga padrões de qualidade de matéria-prima estabelecidos pelo mercado internacional.

O desenvolvimento da suinocultura é um importante fator de crescimento econômico nacional, trazendo efeitos multiplicadores de renda e emprego em vários setores da economia, aumentando a demanda em insumos agropecuários e a expansão e modernização dos setores de comercialização e agroindústrias (BOMBILIO, 2005, p.43).

Visando o aumento de produtividade e a redução dos custos de produção, o setor sofreu, ao longo dos anos, profundas alterações tecnológicas nos seus sistemas de criação, modificando substancialmente as instalações, o manejo, a alimentação e a genética.

A partir daí, com o confinamento e a intensificação da suinocultura ocorrida nas últimas décadas, a produtividade, por animal e área, aumentaram consideravelmente, passando a produzir grandes quantidades de dejetos, em pequena extensão de terra (KILL, *et al*, 1998, p.26).

O rebanho suíno brasileiro tem a sua maior representatividade, econômica, numérica e tecnológica na região Sul. Seguem, pela ordem, as regiões Sudeste, Centro Oeste, Nordeste e Norte, devido à influência europeia na criação de suínos,

na região Sul encontra-se a maior parte das indústrias e por consequência elevada tecnologia de criação e tratamento dos resíduos gerados pelo sistema de criação.

As regiões Sudeste e Centro Oeste também se têm destacado na suinocultura brasileira, haja vista os grandes investimentos que estão sendo implantados em Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul principalmente. “A suinocultura presente nas regiões Norte e Nordeste, que detém um rebanho grande, têm uma importância social e econômica expressiva para os seus Estados. (IBGE, 2012).”

O efetivo de suínos no ano de 2011 foi de 39.306.718 milhões de unidades, aumento de 2,4% com relação ao ano imediatamente anterior, conforme Tabela 1.

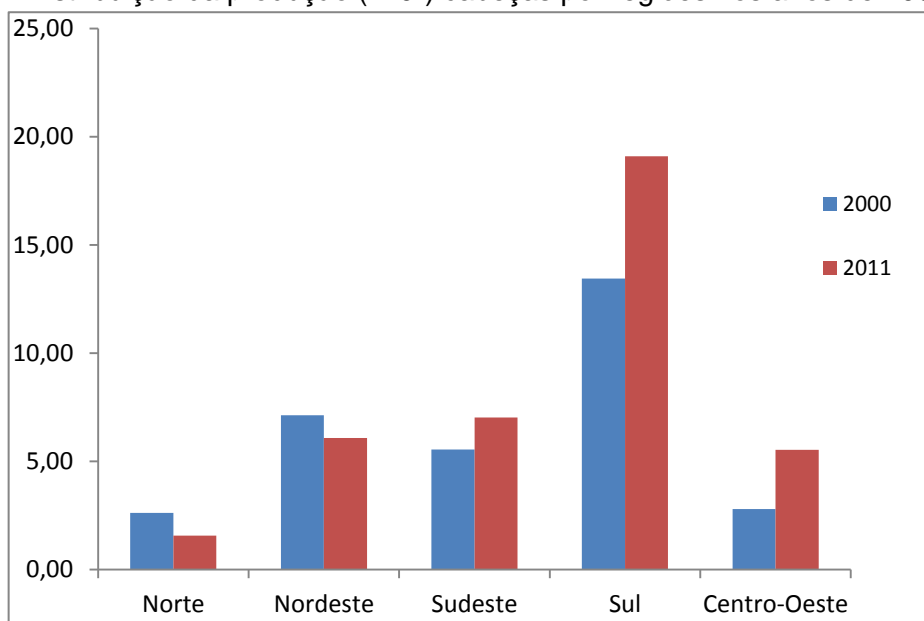
Tabela 1. Efetivo de Rebanhos Suínos (cabeças).

Região	Ano						
	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2011
Norte	2.619.791	2.187.589	2.083.318	1.962.164	1.629.552	1.607.481	1.569.553
Nordeste	7.140.280	7.096.472	7.049.043	7.167.368	6.665.572	6.197.109	6.079.495
Sudeste	5.548.313	5.670.807	5.727.709	6.055.323	6.436.125	7.133.257	7.023.875
Sul	13.452.029	13.649.140	14.457.973	15.984.115	17.798.250	18.643.470	19.094.167
Centro-Oeste	2.801.698	3.314.741	3.767.256	4.004.854	4.289.518	5.375.441	5.539.628
Santa Catarina	5.093.888	5.354.113	5.775.890	7.158.596	7.846.398	7.817.536	7.968.116
Bahia	2.027.787	1.981.284	1.973.748	2.006.734	1.835.017	1.768.305	1.620.697
Brasil	31.562.111	31.918.749	33.085.299	35.173.824	36.819.017	38.956.758	39.306.718

Fonte: IBGE, 2012

Desta maneira constata-se o aumento na produção de suínos, bem como a expansão do setor produtivo para regiões que anteriormente não faziam parte da estatística de produção, na Figura 1, temos a distribuição da produção comparando-se o período de 11 anos.

Figura 1. Distribuição da produção ($\times 10^6$) cabeças por regiões nos anos de 2000 e 2011.

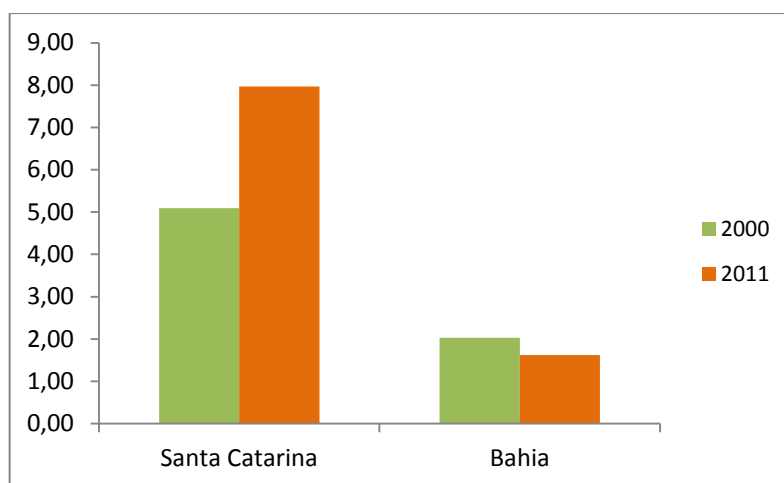


Fonte: IBGE, 2012.

Observa-se na Figura 1, que há uma concentração da atividade nos estados do sul, com destaque ao estado de Santa Catarina, que contém apenas 1,6% do território nacional e aloja 20,27% das cabeças de suínos do Brasil.

Por outro lado, a região nordeste, tendo maior expressão da produção no estado da Bahia, que contém 6,64% do território nacional e aloja um plantel suinícola de 4,12%. Na Figura 2, comparou-se a produção do estado de Santa Catarina com o estado da Bahia nos anos de 2000 e 2011.

Figura 2. Produção ($\times 10^6$) cabeças dos estados de SC e BA nos anos de 2000 e 2011.



Fonte: IBGE, 2012.

A suinocultura passou por profundas alterações tecnológicas nas últimas décadas, visando principalmente o aumento de produtividade e a redução dos custos de produção, que teve como consequência a produção de grandes quantidades de dejetos em pequenas áreas.

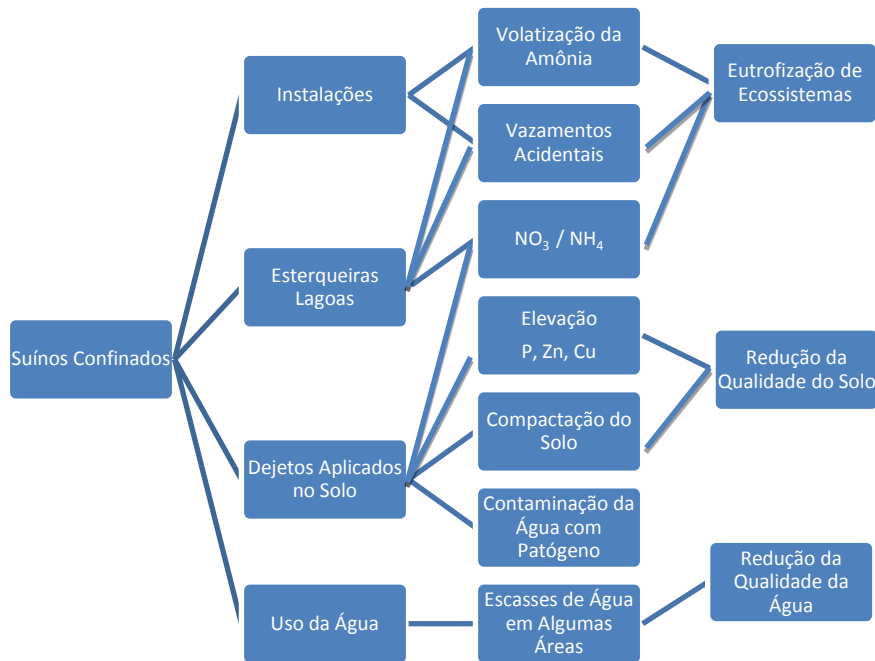
Diante disso, são necessárias alternativas para a utilização desses dejetos, que permita menor risco de danos ao ambiente, especialmente dos recursos hídricos e do solo. A utilização desses dejetos de suínos como adubo mediante critérios permite à ciclagem dos nutrientes e a redução dos custos de produção, considerando que a dependência externa de fertilizantes químicos, torna muitas vezes inviável economicamente a produção de culturas.

2.2 Impacto Ambiental dos Dejetos de Suínos

O aumento na produção de suínos fez com que a quantidade de área agrícola por animal alojado fosse reduzida. No entanto, a aplicação dos dejetos no solo continua sendo o manejo predominante em todo mundo, dessa forma, com o aumento do número de animais alojados na propriedade, muitas vezes acabam faltando culturas agrícolas em condições de assimilar os nutrientes excretados. Assim, em função do excedente, os dejetos tornam-se importante causa da degradação ambiental (MIRANDA, 2005).

Como consequência do aumento de animais e de dejetos numa mesma área, podemos causar poluição do solo, ar e água. Os principais efeitos são provocados pelas emissões de forma de nitrogênio, fósforo e outros minerais presentes nesses dejetos. As emissões que provem dos dejetos existentes nas instalações, em depósitos de armazenamento e dejetos aplicados ao solo podem ser evidenciadas na Figura 3.

Figura 3. Rotas que interferem na qualidade da água e do solo.



Fonte: JACKSON (1998).

Segundo Who (1987, p.34), “a capacidade poluente dos dejetos suínos é superior à de outras espécies, pois seus resíduos apresentam potencial poluidor em torno de 4,2 vezes maior do que o esgoto doméstico”. Miranda (2005, p.96) argumenta que:

Como, em geral, as unidades de produção de suínos são em sistema confinado, os impactos ambientais são o resultado da escala da atividade, da tecnologia e do sistema de manejo adotado e, mais significativamente, da concentração de atividades que ocorrem num determinado agro ecossistema.

Na Tabela 2, são apresentados os principais riscos ambientais associados à falta de manejo e sistemas de tratamento adequados aos dejetos de suínos.

Tabela 2. Principais riscos ambientais associados ao manejo inadequado dos resíduos da produção de suínos.

	RISCOS	FATORES FUNDAMENTAIS
SOLO	Níveis tóxicos de nutrientes no solo;	Manejo inadequado dos dejetos;
	Poluição do solo com metais pesados (Cu, ZN, Cd);	Manejo inadequado das rações e dos dejetos;
	Destruição da vegetação por chuva ácida.	Emissão de amônia.
ÁGUA	Poluição da água superficial e subterrânea;	Manejo inadequado dos dejetos;
	Redução do recurso água;	Aumento no uso das fontes de água.
AR	Aquecimento global: emissão de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso;	Aumento na emissão de gás responsável pelo efeito estufa.
BIODIVERSIDADE	Redução da diversidade genética;	Perda de raças nativas;
	Aumento da suscetibilidade às doenças.	Redução das resistências às doenças.

Fonte: Adaptado de De Haan e Blackburn 2003).

O risco ambiental do manejo dos dejetos é cumulativo.

O ambiente possui uma capacidade/suporte natural que pode absorver certo nível de poluentes orgânicos e inorgânicos. Se esse nível for excedido poderá resultar na deterioração da qualidade das águas e das plantas e em distúrbios químicos, físicos e biológicos do solo (SEGANFREDO; GIROTTO, 2004, p.49).

Um dos indicadores que pode ser utilizado para se avaliar a pressão ambiental da atividade suinícola é aquela que estabelece uma relação entre o total de nutrientes gerados por uma determinada unidade de produção e área agrícola disponível para reciclagem dos nutrientes.

Assim, considerando-se que essa relação fosse realizada levando-se em conta como nutriente de referência o nitrogênio e que cada suíno alojado, em media excreta 9 kg de N por ano; e que a cultura utilizada para a reciclagem do N fosse o milho, que em média exige 140 kg há⁻¹ ano⁻¹, teríamos que a densidade média de animais por hectare não poderia ser superior a 15 animais por hectare de área agricultável (PERDOMO *et al*, 2003, p.26).

Uma das vantagens de usar esse tipo de indicador é que o mesmo nos permite uma visão geral da concentração da atividade em uma determinada área territorial, quer seja uma propriedade ou bacia hidrográfica, bem como possibilita comparações entre diferentes regiões. Sendo este indicador utilizado em diversos países como um dos critérios básicos para a renovação ou concessão da licença ambiental de unidades de produção animal (PERDOMO *et al*, 2003)

2.2.1 Impactos do Ar

A terra é coberta por uma camada de gases, que são relativamente abertos à penetração de radiação solar de onda curta, sendo que a parcela desta energia, irradiada de volta para o espaço na forma de onda longa, é determinada pela concentração de diversos gases na atmosfera. Dentre os principais gases que absorvem ondas longas cabe citar o dióxido de carbono (CO₂) o metano (CH₄), o clorofluorcarbono (CFC) e o óxido nitroso (N₂O).

Estes são os chamados gases de efeito estufa, uma vez que absorvem radiação de onda longa e permitem que o calor seja irradiado novamente para a terra, criando um efeito de aquecimento conhecido como aquecimento global da terra (LUCAS JUNIOR *et al.*, 2003, p.36).

Os principais gases emitidos pelos sistemas de criação de suínos são o CO₂, o CH₄ e os gases de N (NH₄, N₂O e N₂). Estudos de qualidade do ar indicam que as emissões dos sistemas de tratamento de dejetos de suínos têm alto potencial de afetar negativamente a qualidade do ar local, regional e até globalmente.

Segundo Oliveira *et al*.

“[...] as emissões de gases representam uma grande preocupação para a manutenção da qualidade do ar, devido aos seus efeitos prejudiciais na qualidade ambiental, no desconforto e na saúde humana.” (2004a). “[...] A contribuição dos gases no efeito estufa depende, basicamente, de dois fatores: sua concentração na atmosfera e seu poder de aquecimento molecular. O poder de aquecimento das moléculas dos gases varia e pode ser mensurado de acordo com um referencial.”(2004b)

O elemento utilizado como referência é o CO₂, por ser o gás de efeito estufa mais abundante na atmosfera e de maior contribuição no aquecimento global.

De acordo com o Intergovernmental Panel on Climate Change- IPCC:

Os aumentos globais de dióxido de carbono (CO_2) se devem principalmente ao uso de combustíveis fósseis e a mudança no uso da terra, considerando que a concentração atmosférica global aumentou de um valor pré-industrial (1750) de 280 mg kg^{-1} para 379 mg kg^{-1} em 2005, ultrapassando a faixa natural ($180\text{-}300 \text{ mg kg}^{-1}$). Já o aumento na concentração de metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) é devido principalmente à agricultura. O metano aumentou sua concentração atmosférica global do período pré-industrial de $715 \mu\text{g kg}^{-1}$ para um valor de $1774 \mu\text{g kg}^{-1}$ em 2005, o que ultrapassa em muito a faixa natural ($320 \text{ a } 790 \mu\text{g kg}^{-1}$). (IPCC, 2007)

O Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil declara que das emissões totais de metano (CH_4), 4,5 % se devem ao manejo de dejetos animais na forma líquida e 15 % às fermentações entéricas do processo digestivos dos animais ruminantes (2002).

As principais atividades agrícolas responsáveis pela geração de gases de efeito estufa, em especial o metano, é a pecuária, através da fermentação entérica dos ruminantes, e a agricultura através do manejo de resíduos animais utilizados como adubo, e principalmente o cultivo de arroz irrigado (PILLON, 2001).

O CH_4 é mais efetivo do que o CO_2 na absorção da radiação solar na superfície da terra. “A concentração global deste gás tem aumentado a uma taxa de 1% ao ano, sendo 80% de origem biogênica, produzido em condições de anaerobiose. O CH_4 é produzido por bactérias metanogênicas, que podem ser fermentativas, redutoras ou acetogênicas.” (SIQUEIRA et al., 1994, p.98).

IPCC (2007) afirma que

“É provável que a maior parte do aquecimento observado nos últimos 50 anos se deva ao aumento das concentrações de gases de efeito estufa”. Influências humanas discerníveis se estendem, agora, a outros aspectos do clima, inclusive o aquecimento do oceano, temperaturas médias continentais, extremo de temperatura e padrões de vento.

Observa-se a necessidade de mudanças no modelo atual de produção de energia e da agricultura. Com isso, buscam-se maneiras para minimizar este problema gerado pela própria humanidade.

2.2.2 Impacto sobre os Mananciais de Água

A crescente tendência para a adoção de sistemas de confinamento de suínos para as regiões produtoras tem-se produzido quantidades cada vez maiores de dejetos, onde a inadequada disposição de armazenamento e manejo induz ao seu lançamento em rios e corpos d'água naturais, acarretando uma contaminação dos mesmos.

O lançamento de grandes quantidades de dejetos nos recursos hídricos pode ocasionar um grave problema de desequilíbrio ecológico e poluição resultante da redução do teor de oxigênio dissolvido na água, devido à alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e da carga orgânica, com isso causando uma eutrofização desses mananciais.

A contaminação dos mananciais não fica apenas restrita aos municípios onde são lançados estes dejetos, tendo em vista que esses mananciais muitas vezes atravessam vários municípios, do seu trajeto da nascente até a foz.

Com o constante aumento do tamanho e o número de unidades de produção animal reduziu a disponibilidade de áreas de aplicação de esterco por granja produtora, induzindo assim o aumento do impacto ambiental.

A noção de resíduo não existe na natureza. Esta afirmação é fundamentada pelos grandes ciclos naturais em que, comumente, o papel do decompositor é transformar e/ou incorporar, completamente, as matérias descartadas pelos outros componentes do sistema, sem alterar o equilíbrio natural. Sendo assim, “o resíduo como elemento negativo, causador de degradação ambiental, é de origem antrópica e apareceu, em geral, quando a capacidade de absorção natural pelo meio no qual está inserido é ultrapassada.” (BIDONE, 2001, p.47).

Diesel completa que:

A poluição, provocada pelo manejo inadequado dos dejetos de suínos, cresce em importância a cada dia, seja por uma maior consciência ambiental dos produtores, como também pelo aumento das exigências dos órgãos fiscalizadores e da sociedade em geral (DIESEL *et al.*, 2002, p.78).

Scherer 1996, em estudo anterior, observa que:

Ao mesmo tempo em que a suinocultura foi responsável pela expansão do setor agroindustrial na região Oeste Catarinense,

destacando-se como uma atividade de grande importância para o desenvolvimento agrícola regional, cabe-lhe também a responsabilidade por grande parte da poluição dos mananciais de água (SCHERER et al., 1996, p 58).

Diagnósticos recentes têm demonstrado um alto nível de contaminação dos rios e lençóis de água superficiais que abastecem tanto o meio rural como o urbano, devido à contaminação causada pela disposição irregular dos dejetos suínos regiões produtoras.

2.2.3 Impacto no Solo

O desenvolvimento da suinocultura intensiva causou a produção de grandes quantidades de resíduos, os quais são lançados ao solo, na maioria das vezes, sem critério e sem tratamento prévio, transformando-se em uma grande fonte poluidora dos mananciais de água. O sistema de produção de suínos, no Sul do Brasil, propicia elevada produção de dejetos líquidos, gerando problemas de manejo, armazenagem, distribuição e poluição ambiental. (DARTORA *et al.*, 1998).

A aplicação dos dejetos ao solo acima de sua capacidade de suporte tem como consequência ambiental à transferência de nutrientes para os ambientes aquáticos, causando a eutrofização das águas; dentre os nutrientes adicionados via dejetos o P deve receber uma atenção especial, pois é um dos agentes que contribui para a eutrofização. Muitos estudos mostram que adições frequentes de dejetos aumentam o teor de P no solo, favorecendo a contaminação de mananciais hídricos. (CERETTA et al., 2003). No entanto, ressalta-se que a transferência de P para os ambientes aquáticos é iniciada muito antes da saturação do solo com fósforo. (GATIBONI *et al.*, 2008).

A presença de metais pesados, em grandes quantidades nos dejetos, é decorrente da sua alta concentração nas rações, onde são adicionados em excesso para suprir a baixa taxa de absorção dos suínos. Uma vez adicionados aos solos, a tendência destes metais pesados é acumular-se dada a sua alta reatividade com os grupos funcionais da matéria orgânica e argilominerais, mas, uma vez atingida a capacidade de retenção dos metais pelo solo, estes podem atingir camadas mais profundas chegando inclusive ao lençol freático.

Nas áreas de suinocultura intensiva, os dejetos são adicionados ao solo, e devido a sua alta reatividade com os grupos funcionais da matéria orgânica e argilominerais, a tendência é de acúmulo. No momento em que é atingida a capacidade de retenção dos metais pelo solo, estes podem atingir camadas mais profundas, chegando inclusive ao lençol freático (MATTIAS *et al.*, 2004, p.47).

Fertilizante orgânico, de acordo com Kiehl (1985), pode ser definido como,

[...] todo produto de origem vegetal ou animal que, aplicado ao solo em determinadas quantidades, em épocas e formas adequadas, proporciona melhorias de suas propriedades físicas, químicas e biológicas, podendo atuar também como um corretivo de acidez.

Além disso, é um complexante de elementos tóxicos e uma fonte de nutrientes às plantas, garantindo a produção de colheitas compensadoras, com produtos de boa qualidade, sem causar danos ao solo, à planta ou ao ambiente.

A legislação brasileira, em seu Decreto Nº 86.955, de 18 de fevereiro de 1982, regulamenta os fertilizantes organominerais e os compostos. Complementa este Decreto, a Portaria nº. 31, de 8 de junho de 1982, que aprova os métodos analíticos oficiais para análise, e ainda, a Portaria Nº.1, de 4 de março de 1983, que fixam especificações, garantia e tolerância dos produtos. Os valores aceitáveis de acordo com a legislação brasileira são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Especificações e tolerâncias permitidas dos fertilizantes organomineral e composto.

NUTRIENTE	ORGANOMINERAL		COMPOSTO	
	Mínimo	Tolerado	Tolerado	Mínimo
Matéria Orgânica Total %	15,0	13,5	40,0	36
Nitrogênio Total %	*	*	1,0	0,9
Umidade %	20,0	22,0	40,0	44,0
Relação C/N	-	-	18/1	21/1
pH	6,0	5,4	6,0	5,4
P ₂ O ₅	*	*	-	-
K ₂ O	*	*	-	-
NPK%	6,0	5,0	-	-

(*) Conforme registro no rótulo (-) Não especificado.

Fonte: Adaptado de Klehl (1995).

Seganfredo (2000, p.99), em um de seus estudos considera que o recurso solo é o meio mais utilizado na assimilação final dos dejetos animais.

A aplicação de resíduos orgânicos proporciona uma influência positiva nas condições do solo pela melhoria das condições de

infiltração da água, aumento da matéria orgânica, redução do incrustamento e melhoria nas condições de preparo do solo. No entanto, os dejetos devem ser aplicados de forma que seus nutrientes e demais constituintes não excedam a capacidade que o solo possui de absorvê-los e armazená-los.

Spieds (2003, p.109) comprova com resultados de estudos mais recentes outros elementos, afirmando que:

[...] além dos impactos diretos que a aplicação dos dejetos suínos provoca pela sua deposição nos solos das regiões de produção intensiva, devemos considerar também, os efeitos proporcionados de forma indireta, como por exemplo, em consequência do desmatamento provocado pela necessidade de mais áreas agricultáveis para a produção dos grãos que serão usados na alimentação dos suínos.

As propriedades físicas, químicas e biológicas do solo fornecem condições de tratamento de dejetos biodegradáveis muito melhores que as criadas pelo homem, pois, o solo possui a capacidade de fixar e imobilizar o fósforo e transformar o nitrogênio, e por possuir estas características, é utilizado como depósito de resíduos animais. (SEGANFREDO, 1999)

No entanto, vale ressaltar que existem alguns fatores que afetam a poluição causada por esterco, tais como: forma de disposição, quantidade aplicada, época de aplicação, tipo de solo, clima e condições de desnitrificação. Esses fatores precisam ser observados para evitar que a utilização dos estercos como fertilizante passe a causar problemas de poluição de solo e de água. (idem)

A taxa de aplicação dos dejetos não pode exceder a capacidade de infiltração do solo, pois pode provocar escorrimento, o qual causa a erosão. Nesse caso, nutrientes das plantas que estejam na solução do solo ou ligados a partículas do solo juntamente com bactérias, matéria orgânica e outros materiais agrícolas podem ser transportados para os corpos receptores.

Para evitar a adição de nutrientes em quantidades superiores às exigidas pelas culturas e, muitas vezes, até superiores à capacidade de retenção do solo, recomenda-se equacionar a dose do resíduo orgânico a ser aplicado tomando por base o nutriente cuja quantidade será satisfeito com menor dose.

É preciso considerar, além da disponibilidade de nutrientes determinada pela análise do solo, a exigência da cultura e a concentração de nutrientes nos resíduos

e fazer, sempre que necessário, a suplementação com adubos minerais solúveis e, de acordo com recomendações técnicas, com outros adubos e corretivos.

2.3 Manejo e Tratamento dos Dejetos de Suínos

2.3.1 Produção e Características dos Dejetos

Atualmente, a produção de dejetos da suinocultura tornou-se um problema preocupante, principalmente pelo seu aumento em áreas cada vez menores. De acordo com Alves (2007, p.53).

Estes dejetos são constituídos, essencialmente, por: (i) fezes e urina dos animais; (ii) resíduos de rações; (iii) água, proveniente do excesso dos bebedouros e da utilizada na limpeza nas instalações; e (iv) pelos, poeira e outros materiais decorrentes do processo criatório

A quantidade e qualidade dos dejetos produzidos variam com o tipo de criação, com a quantidade de água utilizada nas instalações, com a estação do ano, com a alimentação e o número e categoria dos animais. (KONZEN, 1983).

Para suínos, na fase de crescimento e terminação (25 a 100 kg) é produzido um volume de dejetos de 7 litros/suíno/dia, sendo que esse volume decresce à medida que aumenta o número de animais.

Segundo Oliveira *et al.* (1993) a produção média de dejetos líquidos de 8,6 litros/suíno/dia nas diferentes fases de produção. Para Sevrin-Reyssac *et al* (1995), apresentam valores compreendidos entre 5,7 e 7,6 litros/suíno/dia para suínos em uma faixa de peso de 57 a 97 kg, lembrando que este volume de dejetos produzidos compreende entre 10 e 8% do peso vivo do animal como pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4. Produção média diária de dejetos por diferentes categorias de suínos.

CATEGORIA	Esterco kg/dia	Esterco + Urina kg/dia	Dejetos Líquidos L/dia	Estrutura para estocagem m ³ /animais/mês	
				Esterco +urina	Dejetos Líquidos
25 a 100 kg	2,30	4,90	7,00	0,16	0,25
Cobrição e gestante	3,60	11,00	16,00	0,34	0,48
Porcas em Lactação com leitões	6,40	18,00	27,00	0,52	0,81
Macho	3,00	6,00	9,00	0,18	0,28
Leitões	0,35	0,95	1,40	0,04	0,05
Média	2,35	5,80	8,60	0,17	0,27

Fonte: Oliveira *et al.*, 1993.

A composição dos dejetos animais está associada à alimentação e ao sistema de manejo adotado. Os dejetos podem apresentar grandes variações na concentração de seus componentes, dependendo da diluição, tipo de alimentação e da modalidade como são manuseados e armazenados. (OLIVEIRA *et al.*, 1993)

O volume total dos dejetos, na forma líquida, de um sistema de criação, depende da quantidade de água desperdiçada pelos bebedouros e do volume de água utilizado na higienização das edificações e dos animais. O uso da água tem como finalidade diluir a concentração de fezes e urinas produzidas recentemente e tratá-las como resíduos líquidos, acarretando com isso um volume maior de resíduo a ser tratado podendo dificultar o tratamento. (*idem*)

Várias pesquisas mostram que a quantidade de dejetos produzidos por suínos diariamente é uma questão de manejo, podendo ser reduzida com utilização de técnicas relacionadas ao tipo de processo produtivo adotado. A Tabela 5 apresenta a composição química dos dejetos de suínos em função do sistema de manejo utilizado.

Tabela 5. Composição química de dejetos de suínos, em função do sistema de manejo utilizado.

SISTEMA DE MANEJO	Kg/toneladas de dejetos			
	Matéria seca (%)	N Total	P ₂ O ₅	K ₂ O
Esterco sem cama	18	4,54	4,08	3,63
Esterco com cama	18	3,63	3,17	3,63
Liquame de fossa de retenção	4	4,08	3,06	2,15
Liquame de tanque de oxidação	2,5	2,72	3,06	2,15
Liquame de lagoa	1	0,45	0,23	0,45

Fonte: Oliveira, 1993

O “liquame”, expressão adaptada do idioma italiano, é um líquido muito concentrado em matérias em suspensão e rico em elementos fertilizantes, principalmente em nitrogênio amoniacal, que constitui cerca de 80% do nitrogênio total presente.

Este líquido é resultado da mistura das fezes e urina dos animais, das águas de lavagens das baias, resíduos de papel e plásticos, pelos de animais e restos de comidas, em geral, a composição desses dejetos está diretamente influenciada pelos fatores, tais como: espécie animal, raça, idade, alimentação, material utilizado como cama e tratamento dado à matéria-prima-esterco.

Entre os fatores apontados, os que mais podem sofrer a interferência do homem são: a qualidade de alimentos, pois quanto mais rica em nutrientes a alimentação, mais ricas serão as dejeções.

Em média, da quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio ingerida pelos animais adultos, 80% são eliminados, sendo a matéria orgânica dos alimentos assimilada em apenas 40% do total ingerido. Portanto, os animais alimentados com rações concentradas produzem estrumes mais ricos que os criados no pasto ou com apenas capins-de-corte. Os animais jovens aproveitam melhor a alimentação, retendo cerca de 50% do que ingerem e produzindo esterco com menor concentração de nutrientes. (OLIVEIRA *et al*, 1993).

A presença de patógenos é outro fator de grande preocupação, pois, pode haver transmissão de doenças para as criações animais, como também, para o homem. Faz-se necessário a eliminação máxima destes patógenos para que o dejetos possa ser utilizado com segurança em lavouras de produção de alimentos,

caso contrário seu uso deve ser restrito, afim de não causar problemas de contaminação do solo e das plantas.

2.3.2 Tratamento dos Dejetos

Para aquelas unidades de produção onde existe superávit de dejetos em relação à área agrícola disponível para a reciclagem, preconiza-se que uma das principais alternativas seria o emprego de sistemas de tratamento que proporcionem a redução da carga da orgânica e de nutrientes padrões que permitam o seu lançamento diretamente nos curso d'água. (PERDOMO, 2000)

O sistema tradicional de tratamento de dejetos na forma líquida utilizado na região Sul do Brasil (esterqueiras, bioesterqueiras e lagoas anaeróbias), está baseado na condução dos dejetos da área de criação dos animais, através de tubulações ou canaletas, para um depósito, local que os dejetos permanecem por determinado tempo para sofrer fermentação anaeróbia, sendo posteriormente transportados com máquinas até as lavouras.

Esse sistema, quando adequadamente instalado e manejado, pode apresentar bons resultados. Entretanto, o seu principal entrave esta na necessidade da existência de área adequada na propriedade para as construções das lagoas e para o uso desses resíduos como adubo orgânico. Além do elevado custo com implantação, manutenção e manejo dos dejetos na forma líquida, estes sistemas favorecem o despejo acidental dos dejetos na natureza, tornando o sistema muitas vezes inviável para alguns produtores. (SCHERER *et al.*, 1996).

Perdomo (2003) afirma que:

Através de um inventário das tecnologias de tratamento atualmente disponíveis foi constatada a existência de cinco alternativas relacionadas ao tratamento preliminar, três ao tratamento primário, dezoito ao tratamento secundário, quatro ao tratamento terciário e quatorze aos sistemas de tratamento integrados, ou seja, combinam diversas alternativas, de acordo com o destino que será dado aos dejetos.

Apesar dos resultados satisfatórios que os sistemas de tratamento integrado têm apresentado em unidades experimentais, existem muitas dúvidas quanto à exequibilidade dessa tecnologia nas condições de campo da suinocultura.

Para alguns, o problema se deve aos elevados custos de investimentos necessários para a sua implantação, custos esses que devem ser totalmente arcados pelos suinocultores, pela ausência de programas de incentivo. Para outros, os sistemas seriam viáveis apenas para as grandes unidades de produção, que conseguem alocar um operador especificamente para acompanhar essa atividade, condição difícil de ser atendida no âmbito das unidades familiares que apresentam escassez de mão-de-obra.

A forma predominante de armazenagem e uso dos dejetos, praticada na atividade suinícola, revela a existência de um distanciamento das necessidades dos criadores e da legislação ambiental vigente. (KONZEN et al., 1998).

De acordo com Victória (1994), o tratamento dos dejetos gerados pela suinocultura é tão importante quanto à própria criação dos animais, e deve ser analisado sob vários enfoques, a saber:

- a) Finalidade preservacionista: eliminar ou amenizar o elevado volume e dejetos gerados nas propriedades, de forma a reduzir ou extinguir o seu potencial poluente, evitando a degradação ambiental;
- b) Finalidade agrônômica: utilizar os dejetos como fertilizante disponível nas propriedades, de forma a complementar as necessidades de adubação mineral para melhorar as condições do solo, aumentando assim, a produtividade das lavouras;
- c) Finalidade sanitária: promover o tratamento adequado dos dejetos, com a finalidade de reduzir o potencial de transmissão de agentes causais de doenças, melhorando a produtividade dos rebanhos de suínos;
- d) Finalidade social: solucionar o problema de concentração de dejetos, contribuindo para a manutenção e incentivo de uma atividade agrícola de grande importância econômica, viabilizando assim, a continuidade do processo agroindustrial que ajuda a fixar o homem no campo e gera empregos e renda.

O armazenamento dos dejetos, na maioria das vezes, é confundido com tratamento de dejetos. Conceitualmente, a armazenagem consiste em colocar os dejetos em depósitos adequados durante um determinado tempo, com o objetivo de fermentar a biomassa e reduzir os patógenos dos mesmos. Por não ser um sistema de tratamento, fica longe dos parâmetros exigidos pela legislação ambiental para o lançamento em cursos de água, ou para sua utilização como fertilizante. (DIESEL et al., 2002).

Da mesma forma, Perdomo (2002, p.43) enfatiza que

[...] a estratégia de armazenagem e uso de dejetos como fertilizante líquido, processo predominante na maioria das granjas, ainda que represente um avanço para a questão ambiental, não pode ser considerado como um tratamento para os dejetos, mas sim, como uma armazenagem temporária.

Devido à liberação dos dejetos suínos ao solo e aos mananciais de água, de maneira direta ou indireta, sem sofrer o necessário tratamento prévio. Existem atualmente nos grandes centros produtores índices alarmantes de contaminação dos recursos naturais, com a conseqüente diminuição da qualidade de vida. (PERDOMO, 2001).

Por outro lado, o uso de esterqueiras sem cobertura é muito difundido na suinocultura brasileira, e apresenta como principal vantagem o baixo custo de implantação e manutenção. No entanto, Oliveira *et al.*, (2004). dá ênfase a alguns sérios inconvenientes, tais como: emissão de maus odores, lodo e efluentes com alto potencial poluente, necessidade de áreas agrícolas suficientes para a aplicação adequada do dejetos armazenado, geração de gases de efeito estufa e alto risco ambiental pelo rompimento da esterqueira.

De acordo com Flotats (2000, p.76), deve existir

[...] um plano de gestão para os resíduos da exploração suinícola que contemple três âmbitos de atuação: a) medidas de redução de resíduos na origem que incluem principalmente a diminuição do desperdício de água; b) plano de aplicação nas áreas agrícolas tendo como conhecimento básico o nível de nutrientes do dejetos e as necessidades do solo; e c) um tratamento adequado para a redução da carga poluente.

Desta forma Power Reis *et al.* (2003) propõem que, a gestão dos resíduos provenientes das atividades agropecuárias ou urbanas deve ser feita, observando-se as prioridades como redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destino final.

Deste modo, é evidente, à necessidade do desenvolvimento de alternativas de baixo custo para o manejo dos dejetos.

2.3.3 Uso como Adubo

Uma das alternativas de reciclagem dos dejetos de suínos é o uso como fertilizante do solo, em função do seu conteúdo de nutrientes, pois os nutrientes contidos, após mineralizados, podem ser absorvidos pelas plantas da mesma forma

que aqueles dos fertilizantes químicos. Entretanto, o uso excessivo e/ou prolongado poderá resultar em desequilíbrios químicos, físicos e biológicos do solo, seletividade de espécies de vegetais, alterações na diversidade e funcionamento dos microrganismos do solo e distúrbios na saúde animal.

Para a redução desses impactos negativos, o uso dos dejetos deverá estar condicionado ao emprego de sistemas de fermentação capazes de reduzir os riscos sanitários a um plano de manejo de nutrientes compatíveis com o tipo de solo e plantas. No entanto, o fertilizante químico que podem ser formulados para condições específicas de cada tipo de solo e cada cultura, os dejetos suínos apresentam, simultaneamente, vários nutrientes de plantas e poderão ser absorvidos por estas.

Para que os dejetos sejam utilizados como fertilizantes é necessário que os dejetos sejam submetidos a algum processo de fermentação, seja este aeróbica ou anaeróbica, cuja escolha dependerá da forma em que os mesmos se encontrem, líquida ou sólida. Isso se faz necessário para a mineralização dos nutrientes e da diminuição do potencial de inóculo dos organismos de riscos sanitário e ambiental.

Seganfredo (2004, p.98) avalia que

o uso de dejetos de suínos e de aves como adubo orgânico, seja uma prática milenar, onde as condições atuais não são as mesmas da época dos pequenos rebanhos e da agricultura, com baixa escala de produção. Para usá-los como condicionador do solo, é necessário que se tenham critérios de cálculo das quantidades a aplicar por área, o conhecimento dos teores de nutrientes contidos nos dejetos e a sua exigência por parte do solo, além do risco de impacto ao meio ambiente, resultante de sua utilização em excesso.

Konzen (2002, p.70), salienta que *“os dejetos de suínos podem constituir-se em fertilizantes eficientes na produção de grãos e de forragens, desde que adequadamente estabilizados, antes de sua utilização”*.

Quando se destina ao uso como fertilizante, a redução da quantidade de água no composto é fundamental, pois a concentração de nutrientes contido no esterco está diretamente relacionada com o teor de água. Um aumento na quantidade de água no esterco significa um aumento no custo final da adubação. Quanto maior for a quantidade de água nos dejetos, maiores serão os custos de armazenamento, transporte e aplicação por unidade de nutriente.

Como existe uma estreita relação entre concentração de nutrientes e o teor de matéria seca no esterco, o produtor poderá pela determinação dessa variável

obter uma boa estimativa da qualidade fertilizante do dejetos armazenado. O teor de matéria orgânica (massa seca) pode ser facilmente determinado em nível de propriedade. Para isso o produtor deverá coletar uma amostra de esterco e fazer a pesagem do material antes e após sua secagem ao sol ou em estufa. Por diferença de peso, obtém-se o teor de umidade e de matéria seca da amostra, porém, no caso dos dejetos líquidos, o uso de densímetro é mais recomendado e mais fácil à utilização para a determinação do parâmetro.

A fração orgânica do solo adsorve fortemente os metais pesados, reduzindo a mobilidade desses elementos. A matéria orgânica do solo, ou adicionada como fertilizante, contém uma variedade de grupos ácidos e básicos potencialmente disponíveis para trocas de cátions e ânions. O grupo básico possui menor atividade, constatada pela baixa capacidade de troca, enquanto o grupo ácido da matéria orgânica é fracamente dissociado e tem maior possibilidade de troca de cátions. (KIEHL, 2004).

A adição de fertilizante orgânico humificado ao solo aumenta a capacidade de troca de cátions, tornando os metais pesados menos disponíveis. A capacidade de troca de cátions dos fertilizantes orgânicos aumenta sensivelmente com a elevação do pH. (KIEHL, 2004).

2.4 Compostagem como Tratamento e Reciclagem dos Dejetos

O desenvolvimento de tecnologias alternativas para o manejo e o tratamento de dejetos suínos por meio da compostagem, foi introduzido em resposta aos problemas de poluição química e orgânica e aos odores ocasionados pelo manejo dos dejetos líquidos e como alternativa economicamente viável de transportar os resíduos de bacias hidrográficas com excedente de nutrientes para áreas que possuem demanda por fertilizantes orgânicos.

A palavra composto vem de muito tempo sendo utilizada para designar o fertilizante orgânico preparado pelo amontoamento de restos animais e vegetais, ricos em substâncias nitrogenadas, misturados com outros resíduos vegetais pobres em nitrogênio e ricos em carbono. A mistura tem por finalidade sujeitá-los a um processo de compostagem que conduza essas matérias-primas, por processo de decomposição microbiológica, ao estado de parcial ou total humificação. O composto é resultado de um processo controlado de decomposição bioquímica de

matérias orgânicas, transformadas em um produto mais estável e aproveitável como fertilizante. (KIEHL, 1998).

O mesmo autor cita que o vocábulo “compost” deu origem à palavra composto, para indicar o fertilizante, e aos termos compostar e compostagem, para a ação ou ato de preparar o adubo. Portanto, a compostagem é uma técnica idealizada para obter mais rapidamente e em melhores condições a desejada estabilização da matéria orgânica.

A reciclagem é o processo onde os resíduos retornam ao sistema produtivo como matéria prima. A compostagem um método de decomposição do material biodegradável existente nos resíduos, sob condições adequadas, deforma a obter-se um composto orgânico para utilização na agricultura. Este processo, além de diminuir o volume e concentrar os nutrientes, fornece como produto final um material que pode ser utilizado na melhoria das condições físicas e químicas do solo. (POWER REIS *et al.*, 2003).

A compostagem, como processo microbiológico, terá a sua eficiência desejada, quando as exigências ambientais de decomposição forem mantidas em níveis ótimos. Vários fatores podem interferir na atividade biológica dos microrganismos, como a umidade, a aeração, a temperatura, a relação carbono/nitrogênio (C/N), o pH e o tamanho das partículas. (BIDONE *et al.*, 2001).

O conjunto de fatores condicionantes para o bom desenvolvimento de um sistema biologicamente complexo como a compostagem deve ser balizado por uma série de parâmetros, como o tamanho das partículas do substrato que deve ser entre 30 e 80 mm.

Outro parâmetro considerado é a aeração, que deve manter-se em torno de 5% O₂ no centro da pilha, o que é conseguido ao revirar o material. Além disso, a temperatura deve situar-se entre 40 e 60°C, o teor de umidade pode variar entre 55 e 60%, o pH deve permanecer na faixa de 6,5 a 7,5 sendo que a relação C/N precisa ficar próxima a 20 a 25/1. (POWER REIS *et al.*, 2001).

2.4.1 Importância do Substrato Seco

Genericamente, os materiais vegetais frescos e verdes tendem a ser mais ricos em nitrogênio do que os materiais secos e acastanhados. Nota-se que o verde resulta da clorofila que tem nitrogênio enquanto que o castanho resulta da ausência

de clorofila. No caso das folhas, a senescência (em que se verifica o amarelecimento das folhas devido à degradação da clorofila) está associada à remobilização do nitrogênio das folhas para outras partes da planta.

Desta forma os substratos utilizados para a compostagem podem ser divididos em duas classes, a dos materiais ricos em carbono e a dos materiais ricos em nitrogênio, e a utilização do substrato seco para compor a base de compostagem para resíduos animais tem como função principal a absorção do líquido contido nestes dejetos, uma vez que o teor de umidade é bastante elevado, após a absorção desse excesso de umidade ocorre a fermentação da massa a ser compostada.

2.5 Fatores que Afetam a Compostagem

2.5.1 Temperatura

A temperatura na compostagem está intimamente relacionada com taxa de oxigenação, o que garante o equilíbrio biológico e a eficiência do processo. Com a manutenção das temperaturas entre 40 e 60°C, ocorre o desenvolvimento de uma população microbiana diversificada, que estimularão a competição entre as espécies.

Na compostagem aeróbia, a temperatura se eleva devido ao metabolismo exotérmico dos microrganismos, ocorrendo rápido aquecimento da massa com a multiplicação da população microbiana. O aumento da taxa de decomposição da matéria orgânica e a eliminação dos microrganismos patogênicos, originando-se um produto seguro do ponto de vista bacteriológico. (PEREIRA NETO, 1988).

A faixa de temperatura considerada mesófila situa-se de 25°C a 40°C. Acima de 45°C, o processo é classificado como termófilo, porém para pilhas de adubo orgânico esta temperatura varia de 50°C a 60°C.

A compostagem moderna está baseada na garantia do desenvolvimento de temperaturas termofílicas, controladas na faixa de 55° C, o que garante uma série de vantagens, como o desenvolvimento de uma população microbiana diversificada (PEREIRA NETO, 1989; GOLUEKE, 1991; VILLANI, 1993), elevada taxa de decomposição da matéria orgânica (PEREIRA NETO, 1989; VILLANI, 1993), eliminação de microrganismos patogênicos (ZUCCONI, 1991; VILLANI, 1993) e eliminação de sementes de ervas daninhas, ovos de parasitas e larvas de insetos

(KIEHL, 1985; ZUCCONI, 1991; VILLANI, 1993). Quando a matéria prima é decomposta em pequeno volume o calor criado pelo metabolismo dos microorganismos se dissipa e o material acaba não se aquecendo (KIEHL, 1998; PAILLAT *et al.*, 2005).

O desenvolvimento da temperatura é um bom indicativo do desempenho do processo de compostagem, variando significativamente no interior da pilha de compostagem, de acordo com as condições de aeração. A temperatura é o fator mais importante para determinar se a operação do sistema se processa como desejável. A produção de calor em um material é indicativa de ocorrência de atividade biológica neste material e, por isso, indiretamente, do seu grau de decomposição. (OLIVEIRA, 1993c).

2.5.2 Umidade

A umidade é indispensável para a atividade metabólica e fisiológica dos microorganismos, sendo que a considerada ideal para a compostagem varia entre 50 e 60%. (STENTIFORD, 1996 citado por TIQUIA *et al.*, 1998a; RODRIGUES *et al.*, 2006).

Richard *et al.* (2002) afirmam que materiais com 30% de umidade inibem a atividade microbiana, sendo que um meio com umidade acima de 65% proporciona uma decomposição lenta, condições de anaerobiose e lixiviação de nutrientes.

O excesso de umidade reduz a penetração de oxigênio na leira, uma vez que a matéria orgânica decomposta é hidrófila e as moléculas de água se aderem fortemente à superfície das partículas, saturando os seus micro e macroporos. (ECO-CHEM, 2004, p.126), “*afetando as propriedades físicas e químicas do composto*” (TIQUIA *et al.*, 1998b, p.132).

Durante o processo de compostagem, ocorre perda de água para o meio ambiente em função da produção de calor originado pela atividade microbiana. Ao final do processo, a densidade do composto é geralmente menor do que o material que lhe deu origem, devido principalmente à perda de umidade e à degradação da matéria orgânica (KIEHL, 1985).

O conteúdo de umidade no processo de compostagem afeta as mudanças nas propriedades físicas e químicas do composto e, de acordo com Tiquia *et al.* (1998b, p.46), “níveis de umidade entre 50 e 60 % são os mais indicados para que o

processo ocorra com eficiência, principalmente na compostagem de cama de suínos”.

Se o conteúdo de umidade estiver entre 50 e 60%, a pilha deverá ser revolvida em intervalos de 3 dias. Quando este teor ultrapassar o valor de 60%, recomenda-se esta prática com intervalos de 2 dias. Durante o revolvimento, o calor é liberado para o meio ambiente na forma de calor latente (vapor de água).

O teor de umidade é um dos principais fatores ambientais de interesse para o fornecimento de um meio de transporte de nutrientes dissolvidos para a atividade metabólica e fisiológica dos microrganismos. Além disso, a disponibilidade de água está diretamente relacionada ao suprimento de oxigênio, o que também afeta a atividade microbiana. Valores baixos de umidade podem causar a desidratação no interior da pilha de compostagem, o que inibe o processo biológico, trazendo a estabilidade física, porém instabilidade biológica. Por outro lado, umidade alta pode promover condições de anaerobiose no interior das pilhas.

2.5.3 Relação C/N

A relação C/N é um índice usado para avaliar os níveis de maturação de substâncias orgânicas e efeitos significativos no crescimento microbiológico, desta forma, a relação C/N deve ser determinada no material a ser compostado, para efeito de balanço de nutrientes, e também no produto final.

O equilíbrio da relação carbono/nitrogênio (C/N) é um fator de importância fundamental na compostagem, já que o principal objetivo do processo é criar condições para fixar nutrientes, para que possam ser posteriormente reciclados, quando da utilização do composto orgânico (SHARMA, et al.,1997).

“A quantidade de N exigida por unidade de C varia com os tipos de microrganismos envolvidos no processo” (PEIXOTO, 1988, p.43). Pereira Neto, (2007, p.88) afirma que “o tempo necessário para que se processe a decomposição e a mineralização é, em grande parte, determinado pela concentração de N da matéria orgânica”. Porém, Costa (2005, p.53) salienta que “velocidade e a quantidade de carbono que será transformado em CO₂ durante a compostagem depende da quantidade e da qualidade a ser digerida”.

Na compostagem de resíduos com baixo teor de carbono, ou seja, resíduos ricos em nitrogênio (lodos de esgoto, dejetos animais, entre outros) ocorre a

eliminação do excesso de nitrogênio, através da volatilização da amônia, como uma tendência natural de restabelecer o balanço entre os dois elementos. “O equilíbrio da relação C/N é um fator de importância fundamental na compostagem, de modo que, o principal objetivo do processo é criar condições para fixar nutrientes, de modo que possam ser posteriormente reciclados, quando da utilização do composto”. (SHARMA et al., 1996, p.65).

Os microrganismos utilizam em média 30 átomos de C para 1 átomo de N. Assim para o início do processo de compostagem, é importante que a relação C/N seja na ordem de 30/1, considerando que a mistura de lignocelulose com relação C/N de 100-300/1 e resíduos com reação C/N de 5-15/1 garantem o equilíbrio, e podem fornecer as condições necessárias para o desenvolvimento do processo biológico (SHARMA et al., 1996, p.123). “Vários trabalhos de investigação neste âmbito específico tendem a demonstrar que esta taxa influencia, positivamente, a atividade biológica, diminuindo o período de compostagem”. (PEREIRA NETO, 1996, p.76).

Durante a compostagem, o conteúdo de matéria orgânica sofre uma diminuição, o que leva a uma redução do Carbono orgânico, o que demonstra que 65% do total de carbono inicial é perdido, sendo 57% perdido sob a forma de CO₂, 6% sob a forma de CH₄ e 2% como Composto Orgânico Volátil, influenciando positivamente a atividade biológica, diminuindo o período compostagem.

2.5.4 Aeração

“A aeração é o fator mais importante a ser considerado no processo de decomposição da matéria orgânica” (Peixoto, 1988, p.32), sendo classificado como o principal mecanismo capaz de evitar altos índices de temperatura durante o processo de compostagem de, “aumentar a velocidade de oxidação, de diminuir a liberação de odores e reduzir o excesso de umidade de um material em decomposição” (KIEHL, 2004, p.98).

A aeração é essencial para a geração de calor metabólico dos microrganismos aeróbios. Um suprimento de ar, adequado ao material a ser compostado, é essencial para fornecer O₂ e retirar o CO₂ produzido. “No entanto, um suprimento excessivo de ar pode fazer com que a perda de calor seja mais intensa do que a produção de calor microbiana” (LAU et al., 1992, p.43).

De acordo com a disponibilidade de oxigênio, a compostagem pode ser classificada como aeróbia ou anaeróbia. A compostagem aeróbia corresponde à decomposição dos substratos orgânicos na presença de oxigênio, sendo que os principais produtos do metabolismo biológico são CO₂, H₂O, energia e biomassa microbiana. “De outra forma, na compostagem anaeróbia, a decomposição dos substratos orgânicos ocorre na ausência de oxigênio, produzindo CH₄ e CO₂, além de produtos intermediários, como ácidos orgânicos de baixo peso molecular” (KIEHL, 2004).

Entretanto, quando se busca a compostagem como tratamento de resíduos orgânicos, procura-se oferecer um ambiente aeróbio para que os microrganismos se desenvolvam, diminuindo assim a emissão de odores e de gases causadores do efeito estufa como o metano e o óxido nitroso.

Além disso, diferentemente do que ocorre na compostagem anaeróbia, a presença de oxigênio na massa faz com que ocorra uma decomposição mais rápida da matéria orgânica. Desta forma, Costa (2005, p.58) afirma que “a intensificação dos revolvimentos nas leiras diminui o tempo de compostagem”.

Além disso, Kader *et al.* (2007, p.90) consideram que “a aeração excessiva pode aumentar a emissão de gases poluentes como a amônia e o óxido nitroso”.

Conforme alguns pesquisadores, “os revolvimentos deveriam ser realizados de acordo com o teor de oxigênio no interior da leira” (Komilis, Ham, 2003), porém, devido à dificuldade de se determinar a concentração de oxigênio no centro da leira, o momento adequado para se fazer o revolvimento é decidido em função de outros fatores, como a temperatura, a umidade e o intervalo de dias.

A temperatura parece ser um dos parâmetros mais utilizados pelos pesquisadores para determinar a frequência dos revolvimentos, já que expressa a atividade dos microrganismos no interior da massa.

2.5.5 pH

Os principais materiais de origem orgânica, utilizados como matéria-prima na compostagem, são de natureza ácida, como sucos vegetais, dentre outros. Desta maneira inicialmente uma leira de matéria orgânica têm uma reação ácida, durante o início da decomposição, ocorre a fase fitotóxica. Fase na qual se caracteriza pela formação de ácidos orgânicos que tornam o meio mais ácido em relação ao inicial.

Porém, estes ácidos orgânicos e os traços de ácidos minerais que se formaram, irão reagir com as bases liberadas da matéria orgânica, gerando compostos de reações alcalinas, ocorrendo também à formação de ácidos húmicos que também reagem com elemento químico básicos, formando humatos alcalinos (DAI PRÁ 2005).

Esta fase caracteriza-se pela presença de intensa atividade de microrganismos mesófilos, que elevam a temperatura da massa em compostagem à aproximadamente 40- 45°C e, em decorrência de sua atividade, liberam também C orgânico na forma de CO₂ para a atmosfera (TUOMELA ET AL., 2000, p.99).

Zhang et al. (2005), em trabalho experimental de compostagem utilizando dejetos sólidos de suínos misturados com serragem, demonstraram *“que inicialmente o valor do pH encontra-se levemente ácido, e ao longo do processo vai tornando-se alcalino para, no final tornar-se novamente ácido, mas em valores próximos da neutralidade”*.

2.6 Microrganismos Envolvidos no Processo de Compostagem

Os microrganismos, bactérias, fungos e actinomicetos são os principais responsáveis pela transformação da matéria orgânica crua em húmus através do consumo de micro e macronutrientes. Sabe-se que somente os microrganismos são capazes de transformar biologicamente a matéria orgânica crua em húmus tendo em vista que nenhum processo quer laboratorial ou industrial, conseguiu produzir húmus sintético (KIHL 1998).

As bactérias presentes no material a ser compostado são importantes na fase termófila principalmente, decompondo açúcares, amidos, proteínas e outros compostos orgânicos de fácil digestão, sua função é decompor a matéria orgânica – animal ou vegetal aumentar a disponibilidade de nutrientes, agregar partículas ao solo e fixar o nitrogênio.

A compostagem possui duas fases bem distintas e essenciais para o bom desenvolvimento do processo, sendo a primeira, chamada de mineralização, é um processo muito intenso, envolvendo a degradação de substâncias orgânicas fermentáveis como açúcares e aminoácidos, seguidos de uma intensa atividade microbiana com produção de calor, dióxido de carbono e água, ocorrendo um processo de deterioração por auto-oxidação de algumas bactérias fornecendo

energia para as bactérias remanescentes, isso deve ser devido a ocorrência da fração orgânica ter sido exaurida,

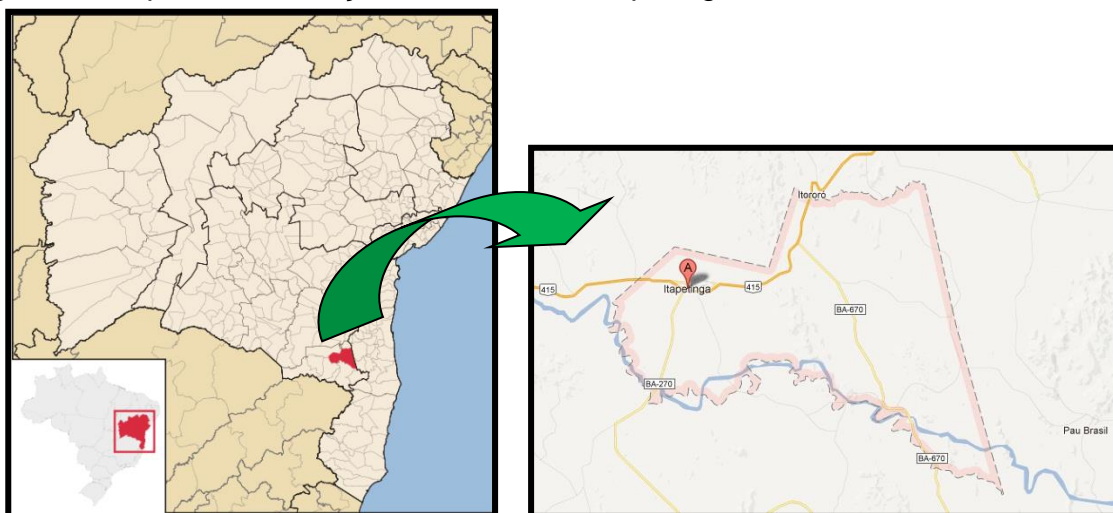
A segunda fase, chamada de humificação, começa quando o processo de transformação de substâncias orgânicas é complementado, ocorrendo redução da condição oxidativa, permitindo a formação de substâncias com características húmicas e a eliminação de compostos fitotóxicos, que eventualmente foram formados na primeira fase.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local e Época

A cidade de Itapetinga está localizada sobre a latitude 15° 14' 56" e longitude 40° 14' 52", conforme ilustrada na Figura 4, com uma altitude média de 279 m possuindo, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, um clima, Aw: Clima Tropical com Estação Seca no Inverno, com o índice pluviométrico médio de 1300 mm anuais e a temperatura durante o ano inteiro fica superior aos 30°C, com a mínima chegando não menos que 18° C.

Figura 4. Mapa de localização da cidade de Itapetinga.

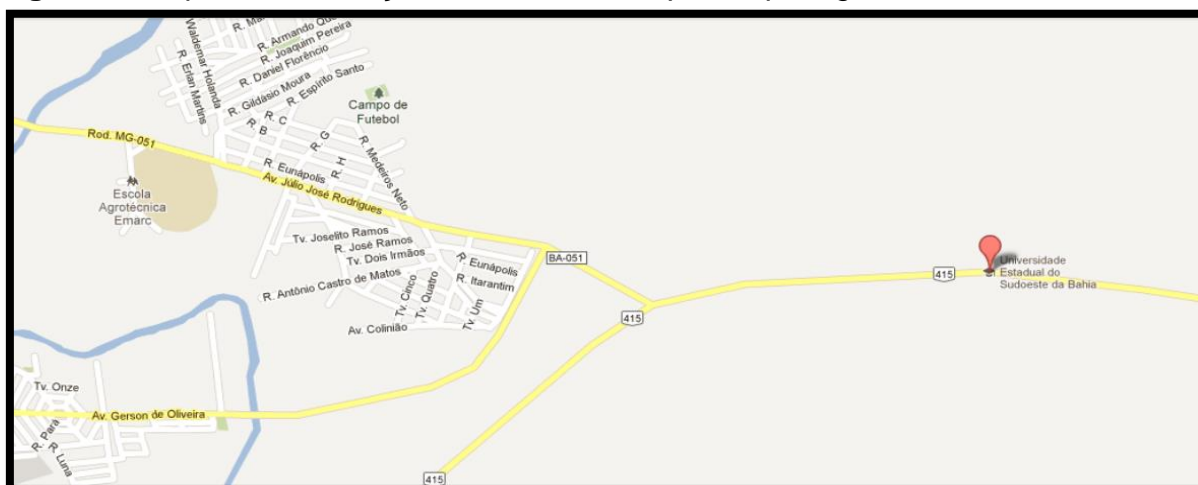


Fonte: Wikipédia, 2013.

O espaço para o desenvolvimento do experimento foi no setor de suinocultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB *campus* Juvino Oliveira, localizada na rodovia BR 415, km 03 – Itapetinga-BA, ilustrado na Figura 5.

A compostagem foi conduzida durante o período de janeiro a julho de 2012.

Figura 5. Mapa da localização da UESB – *campus* Itapetinga.



Fonte: Google Mapas (2013).

2.6.3 Determinação de Macros e Micronutrientes

As análises de macros e micronutrientes (Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn) das amostras de composto foram realizadas através da técnica de espectrometria de absorção atômica com chama.

A resposta do instrumento foi periodicamente conferida com curva analítica, cobrindo o intervalo das concentrações encontradas nas amostras, para isso, foram utilizadas soluções padrões de concentração conhecida. Como fonte de radiação foi empregada lâmpada de cátodo oco dos respectivos metais.

O elemento potássio foi determinado através da fotometria de chama e o fósforo através do espectrofotômetro de ultravioleta visível.

3.3 Substratos

Os substratos selecionados para compor os tratamentos consistiram de material de fácil disponibilidade e do baixo custo do resíduo na região.

O substrato maravalha que foi utilizado experimentalmente é um material composto por raspagens ou aparas de madeiras de pinus com granulometria que podem variar entre 2,00 cm a 0,150 cm de dimensão, sendo bem heterogêneo. A serragem conhecida também como “pó de serra”, obtido do “fio de serra” em madeiras no processamento de pinus, apresentava uma granulometria homogênea e com variações de 1,00 a 0,250 mm.

O substrato volumoso era composto por feno de capim *tifton*, híbrido pertencente ao gênero *Cynodon*. Possuía uma granulometria superior a 6 mm, resíduo experimental da caprinocultura, sendo o capim *tifton* bastante utilizado para a produção de fenos na região, em decorrência da boa relação lâmina foliar/colmo que possui. Apresenta boa resistência a doenças, ao déficit hídrico.

Como tentativa de amenizar a disposição inadequada das sobras dessa atividade, o feno de *tifton* foi selecionado como substrato para integrar ao experimento como fonte de substrato.

Os substratos utilizados nas unidades experimentais são melhores visualizados nas Figuras 6 , 7e 8.

Figura 6. Substrato maravalha.

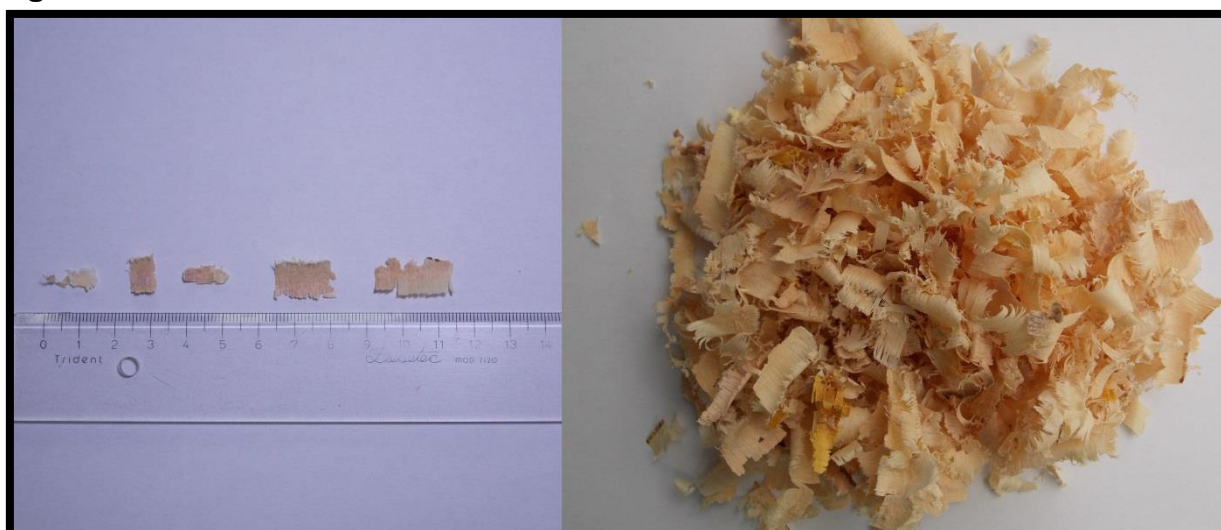


Figura 7. Substrato serragem.



Figura 8. Substrato sobra de volumoso.



3.4 Tratamento de Dejetos

Os dejetos líquidos produzidos no setor da suinocultura ficaram armazenados em um tanque de amianto e, antes de serem liberados para o respectivo sistema de compostagem, ocorreu medição do seu volume. O processo foi repetido toda vez que o tanque de amianto ficava cheio. Após o registro dos dados em planilha específica, os dejetos foram liberados para o sistema de compostagem (DS, DM e DSV).

Os dejetos foram acondicionados nas composteiras, contendo os substratos, para que ocorresse a sua absorção e evaporação, sendo a distribuição da seguinte forma: 10 L de substrato receberam 20 L de dejetos na primeira impregnação, 20 L na segunda com mais 10 L, 20 L na terceira com mais 10 L e 20 L com mais 10 L na quarta, totalizando 80 L de dejetos e 40 L de substrato. Cada impregnação foi separada por um período de 15 dias, porém os dejetos sofreram revolvimento manual, com o auxílio de uma enxada e uma pá, a cada 2 dias para facilitar a absorção, e a introdução de oxigênio na massa de compostagem. Ao completar 15 dias após a quarta impregnação com dejetos, o material em compostagem sofreu mais um revolvimento, permanecendo neste local por 50 dias.

As coletas de dados para determinação das análises de parâmetros físico-químicos e de temperatura do composto DSI foi utilizada apenas uma composteira, cujo material da caixa era de amianto com capacidade de 1000 L, que ficava localizado ao lado direito da granja. Para os demais tratamentos DS, DM e DSV foram utilizadas bombonas plásticas e as coletas foram realizadas diariamente para o parâmetro temperatura, totalizando 110 dias, sendo que os primeiros 60 dias

iniciais representaram a fase de impregnação e os 50 dias finais a fase de estabilização.

Com o intuito de proteger o material compostado da chuva, foi feita uma cobertura de telhas, com as laterais abertas para permitirem a penetração da luz solar.

Figura 9. Tanque de amianto onde os dejetos ficaram armazenados (DSI)



As impregnações dos dejetos aos substratos foram realizadas nas unidades experimentais conforme ilustrações a seguir (10, 11, 12 e 13).

Figura 10. Esquema de impregnação de dejetos e coleta de amostras nas unidades experimentais.

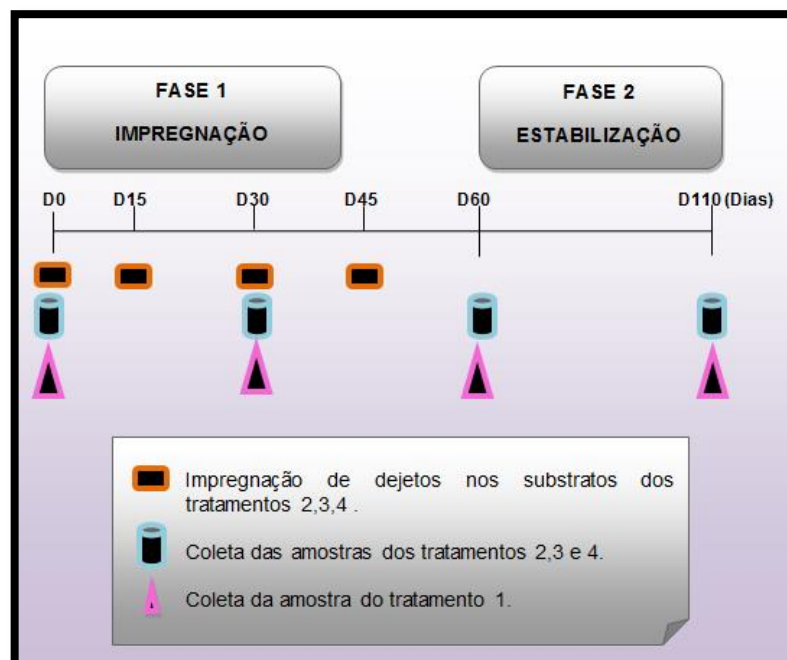
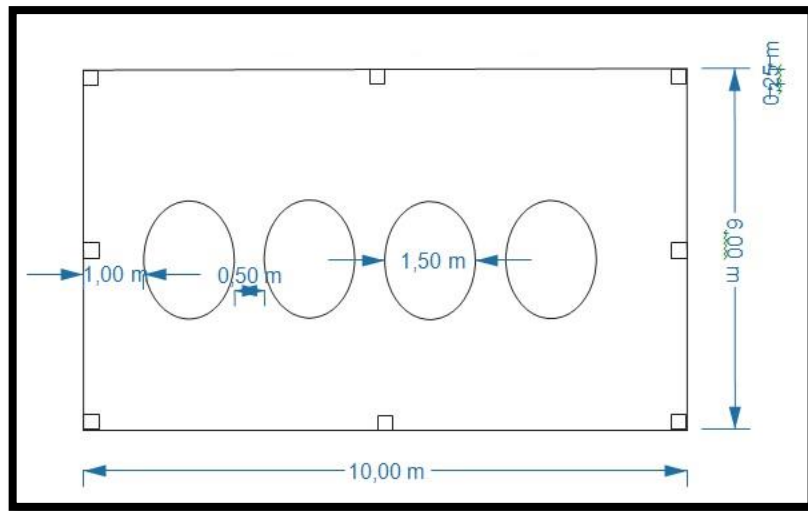


Figura 11. Planta baixa da unidade experimental



Fonte: Autor (2013).

Figura 12. Corte da unidade experimental

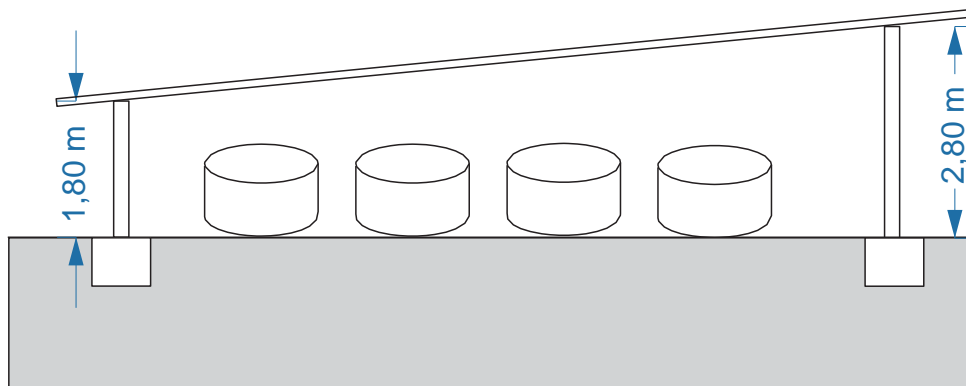
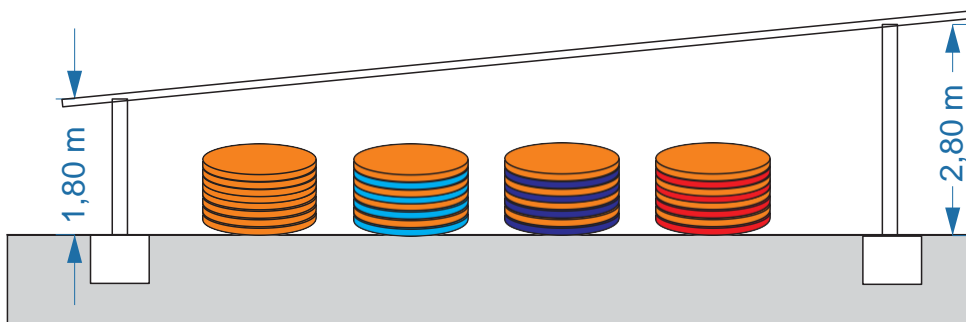


Figura 13. Corte da unidade experimental com as impregnações



- Dejeito de suíno "In natura" - DSI
- Substrato Serragem
- Substrato Maravalha
- Substrato Sobra de Volumoso

3.5 Coleta de Amostras

Foram realizadas 4 amostragens: a **primeira** representou o substrato inicial (serragem, maravalha e sobra de volumoso), sem a incorporação de DSI e para o tratamento testemunha representou os dejetos “*in natura*”. A **segunda** amostragem foi realizada 30 dias após a amostragem inicial, onde foi feita a incorporação do DSI somente nos substratos. O tratamento testemunha como não foi adicionado substrato, representou a amostra inicial. A **terceira** amostragem foi realizada no final dos 60 dias de incorporação de dejetos, e para o tratamento testemunha, representou os 60 dias de armazenamento. A **quarta** amostragem aconteceu aos 110 dias de compostagem, que incluiu os 60 dias de incorporação dos dejetos aos substratos (fase 1 incorporação) e os 50 dias de maturação do composto (fase 2 estabilização do substrato) no entanto, o tratamento testemunha representou 110 dias de armazenagem dos dejetos. A cada 15 dias, as amostras sólidas eram coletadas (DS, DM e DSV) e acondicionadas em sacos plásticos, perfazendo um total de quatro amostras por tratamento. O mesmo procedimento foi feito para o DSI, porém armazenado em garrafas plásticas de aproximadamente 1L.

3.6 Preparo das amostras

Como a compostagem depende da interação dos microrganismos e de condições favoráveis como temperatura, umidade, aeração, pH, relação carbono/nitrogênio, granulometria do material, dimensões das leiras e o tipo de compostos orgânicos utilizado (BIDONE, 2001), a referida pesquisa tomou como base as seguintes variáveis para análises: umidade, pH, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, manganês e ferro, carbono, nitrogênio, do referido experimento, que foram realizadas segundo as metodologias descritas em Análises de Corretivos, Fertilizantes e Inoculantes – Métodos Oficiais do Ministério da Agricultura. (MAPA, 1983).

Inicialmente foram homogeneizadas todas as amostras sólidas coletadas (DS, DM e DSV) e retirou-se uma alíquota por quarteação manual de 250 g, condicionadas em sacos plásticos devidamente identificados. Em seguida foram encaminhadas para análises no Laboratório de Solos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia para determinação das variáveis supracitadas.

3.6.1 Análises físico-químicas

As análises de pH, fósforo, potássio, zinco, cobre, cálcio, magnésio, manganês e ferro dos dejetos líquidos, foram realizadas baseadas na metodologia oficial do Ministério da Agricultura, descritas em: Análises de Corretivos, Fertilizantes e Inoculantes – Métodos Oficiais (1983).

Os métodos abaixo descritos foram regulamentados pela Instrução Normativa SDA Nº 28, de 27 de julho de 2007 (BRASIL, 2007). O anexo da referida IN inclui métodos analíticos para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos.

- **pH** – Pesar 10 g da parte da amostra reservada para tal (amostra "in natura"), transferir para béquer de 100 mL, adicionar 50 mL de solução de CaCl_2 0,01mol/L, agitar e aguardar 30 minutos, agitando de 10 em 10 minutos. Medir o pH da suspensão, expressando o resultado com a indicação "pH em solução 0,01 mol L⁻¹ de CaCl_2 ".
- **Carbono orgânico** - Método Walkley-Black.
- **Matéria orgânica** - 100 - % cinzas.
- **Nitrogênio Total** - Processo semimicro Kjeldahl.
- **Macro e micronutrientes (Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn)** - Análise da solução mineral através do espectrofotômetro de absorção atômica.
- **Potássio** - Análise da solução mineral através da fotometria de chama.
- **Fósforo** - Análise da solução mineral através do espectrofotômetro ultravioleta visível.
- **Relação C/N** - % Carbono dividido pelo % nitrogênio.

3.2 Tratamentos e Delineamento Experimental

Visando atender os objetivos do trabalho foi feito um delineamento experimental utilizado na pesquisa foi *Inteiramente Casualizado*, com quatro tratamentos e quatro repetições, sendo que nos tratamentos 2, 3 e 4 foram feitos simultaneamente a inclusão de dejetos de suínos.

As análises estatísticas foram realizadas no *ASS/STAT* e foi utilizado o teste de Tukey ($P < 0,05$), para a comparação entre as médias dos tratamentos.

Os tratamentos foram assim denominados:

- Tratamento 1: Testemunha (dejeito de suínos in natura) = DSI
- Tratamento 2: Dejetos de suínos + Serragem = DS
- Tratamento 3: Dejetos de suínos + Maravalha = DM
- Tratamento 4: Dejetos de suínos + Sobra de Volumoso = DSV

O modelo estatístico pode ser descrito pela equação:

$$Y_{jik} = \mu + De_j + S_i + DS_{ji} + e_{ijk}$$

Y_{jik} = observação relativa ao k – ésima coleta, recebendo a j – ésima dejeito líquido de suíno incorporado ao substrato;

μ = constante média ao modelo proposto;

De_j = efeito da j-ésima inclusão dos dejetos líquidos nos tratamentos;

I = substrato dos tratamentos utilizados;

S_i = efeito do i-ésima do substrato (i= DS, DM e DSV);

DS_{ji} = efeito da interação do dejeito líquido de suíno com o i-ésima do substrato utilizado;

e_{ijk} = erro aleatório que vem associado para cada observação durante o período experimental.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Temperatura de compostagem

Para fins de discussão serão apresentados na Tabela 6 os valores médios obtidos para a temperatura da compostagem durante o período de realização experimental. Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos para a variável temperatura, apresentando um comportamento térmico similar ao longo do tempo.

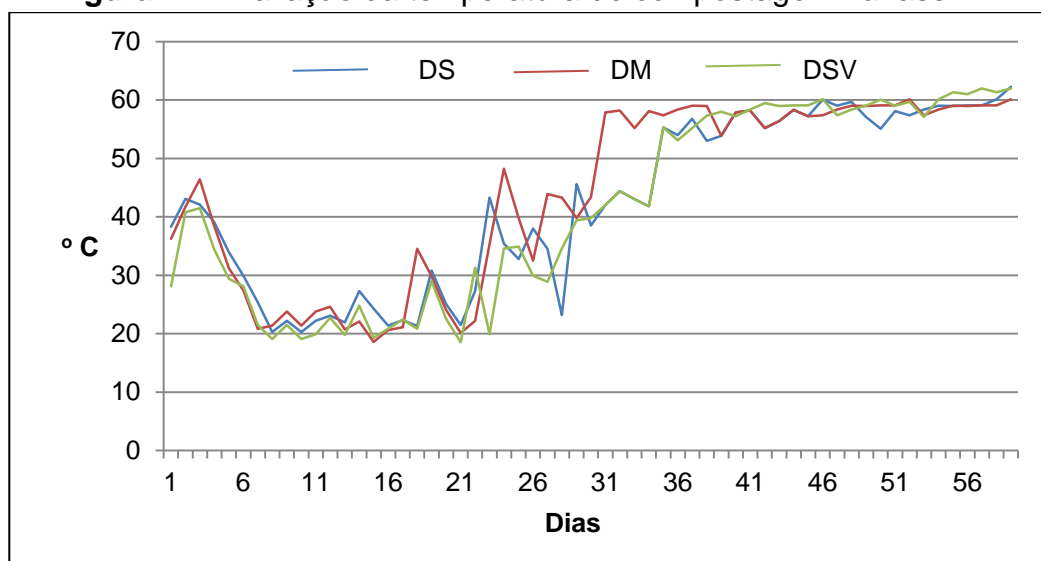
Tabela 6. Temperaturas médias em °C na compostagem.

Tratamentos	COLETAS			
	0 dia	30 dias	60 dias	110 dias
DS	46,7	59,08	57,0	50
DM	53,1	55,0	46,7	48,9
DSV	48,7	48,3	47,0	46,9

*Não observada diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$) pelo teste de Tuckey.
DS- dejetos + Serragem; DM- dejetos + maravalha; DSV- dejetos + sobra de volumoso

Na Figura 14 que corresponde a fase 1 (impregnação), poderemos observar que a temperatura da biomassa se elevou gradativamente no decorrer dos dias isso pode ser explicado em função do alto teor de carbono contido nos substratos (alta relação C/N inicial), o que promove calor pela decomposição microbiana, como também, o teor de umidade ser maior no início, dificulta a elevação da temperatura como pode ser visto no gráfico do dia 6 até o 31.

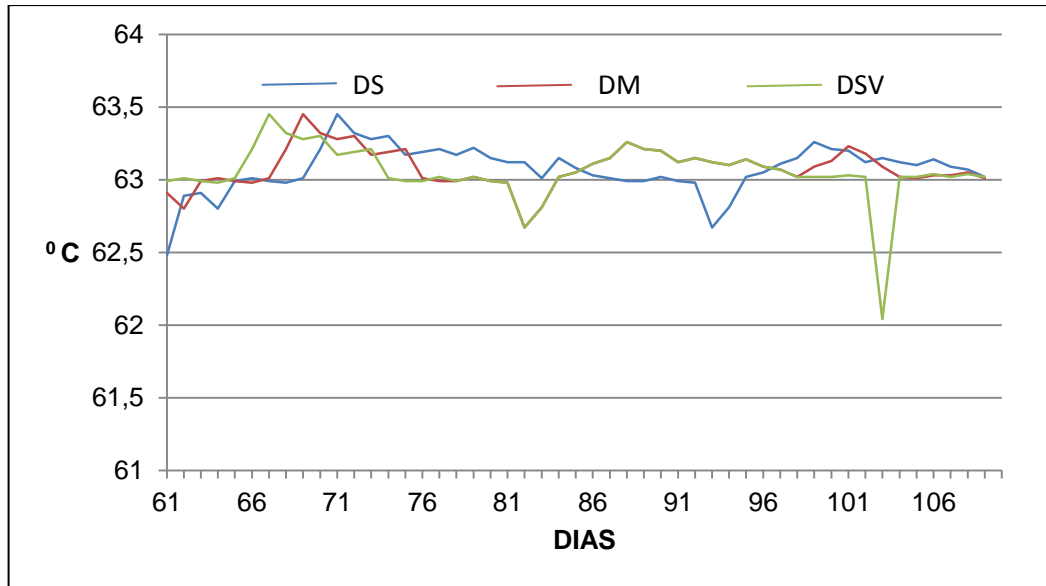
Figura 14. Avaliação da temperatura de compostagem na fase 1.



A estabilização (fase 2) conforme demonstrado na Figura 15, a partir de 60 dias, verificamos a diminuição da temperatura da biomassa, sendo explicado pelo revolvimento do material a cada 2 dias para incorporação de oxigênio ao processo.

A temperatura máxima observada nos diferentes tratamentos, ao final do processo, considerando as condições ambientais onde foi instalado o experimento, foi superior a 62°C por aproximadamente 2 semanas, o que indica uma intensa atividade dos microrganismos termófilos, como foi relatado por Power Reis et al. (2003). Tiquia et. al. (1998b) em trabalho realizado com cama suína obtiveram temperatura máxima de 67°C, com a manutenção da temperatura acima de 60° C num período de 2 semanas, poderá ser utilizado como um indicador da inativação de microrganismos patogênicos, tais quais *salmonelas*, *coliformes fecais e totais* e *estreptococos*, conforme também observado por ESCOSTEGUY et al. (1993), TIQUIA et al. (1998 a).

Figura 15. Avaliação da temperatura de compostagem na fase 2.



pH

Na Tabela 7 conforme observado os valores de pH na coleta 1 diferem ($P=0,001$) por serem materiais de origem distinta, porém, com exceção dos tratamentos DS e DM que apresentaram os valores de pH mais ácidos, sendo explicado pela sua fonte de origem, entretanto com partículas de diferentes tamanhos, matérias produzidas a partir de raspas de madeira providas de marcenarias. Nos tratamentos DSI e DSV, como o material utilizado foi dejetos de suíno *in natura* (DSI) e sobra de volumoso (Sv) que recebeu excreções dos animais e também sofreu ação microbiana, apresentaram pH mais básico, corroborando com MENEZES et al. (2004), porém com a utilização de cama de aviário como substrato.

A segunda coleta realizada 4 horas após a adição de dejetos aos diferentes materiais celulósicos constatou-se uma uniformização dos valores ($P>0,05$). Esta impregnação inicial de dejetos líquidos de suínos causou uma alteração do pH nos tratamentos DS e DM, alcalinizando os substratos, provavelmente pela adição de grande volume de dejetos líquidos com pH alcalino. Com relação aos valores observados no DSV, o pH manteve-se praticamente estável ao longo do experimento. Isto pode ser explicado pelo material usado como substrato, que já sofreu estabilização prévia. Para o tratamento DSI, o pH manteve-se estável, ocasionado por circunstância dos dejetos estarem na forma líquida. Esta estabilidade é devido a grande quantidade de água proveniente da limpeza das

baias e água perdida dos bebedouros, como também os dejetos de suínos possuem um bom tamponamento (sistema tampão/efeito Buffer) onde o pH se mantém equilibrado mesmo com a produção de H⁺ ou OH⁻.

Após as três impregnações previstas dos diferentes materiais celulósicos, ou seja, após os materiais terem recebidos 60 L de dejetos líquidos por 40 L de substrato. Isto acarretou para os valores de pH dos tratamentos DS E DM uma tendência de alcalinização, provavelmente pelo processo de decomposição microbiana (TIQUIA, 1998b), entretanto para o tratamento DSV o valor de pH manteve-se estável, bem como para o tratamento DSI.

O pH obtido nesta etapa do processo para todos os tratamentos foi próximo da neutralidade, sendo desta forma, um produto que pode ser usado na adubação sem a preocupação de causar acidificação do solo.

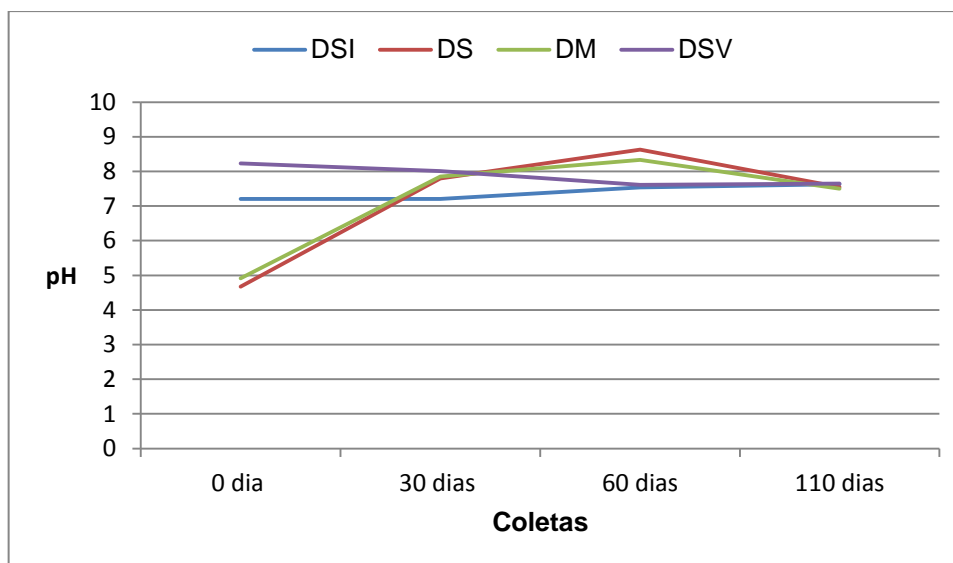
Tabela 7. Valor médio para pH por tratamento de acordo com as coletas.

Tratamentos	COLETAS			
	0 dia	30 dias	60 dias	110dias
DSI	7,21 ^{cC}	7,21 ^{Cc}	7,54 ^{cA}	7,63 ^{aA}
DS	4,67 ^{cC}	7,80 ^{Ab}	8,63 ^{aA}	7,55 ^{aB}
DM	4,91 ^{cC}	7,85 ^{aAB}	8,33 ^{aa}	7,50 ^{aB}
DSV	8,23 ^{aA}	8,01 ^{bA}	7,61 ^{cA}	7,65 ^{aA}

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna e por letras maiúsculas diferentes na linha (P < 0,05) pelo teste de Tukey.

Na figura 16, observa-se a variação dos valores de pH dentro dos tratamentos, ao longo do período experimental, obtendo resultados similares aos de ZHANG et. al (2005), onde demonstra uma alcalinização do pH para os tratamentos DS e DM na fase inicial do processo de compostagem, e durante a fase final aproximando-se a neutralidade, demonstrando que a biomassa sofreu uma estabilização.

Figura 16. Avaliação do pH durante o período experimental.



Nitrogênio

Os dados médios de nitrogênio, referente aos resultados das coletas estão apresentados na Tabela 8, onde observa-se que na coleta 1, o percentual de N para os tratamentos DSI, DS e DM foram superiores ao tratamento DSV ($P=0,001$), no entanto na coleta 2 durante e após a saturação com dejetos, os tratamentos, DS e DM apresentaram uma elevação no teor de N, mas não diferiram entre si ($P > 0,05$), devido ao fato de serem da mesma origem do substrato. Entretanto o tratamento DSI ocorreu um acréscimo do mineral na segunda coleta e apresentou concentração inferior à registrada para o tratamento DSV, que manteve-se com valores semelhantes ao inicial. No tratamento DSI o teor de N apresentou a menor concentração ($P > 0,05$), entretanto os valores observados ao longo das coletas para o DSI foram menores aos demais em função da manutenção da diluição dos dejetos. Por outro lado, nos tratamentos, DS e DM ocorreu uma elevação do teor de N, que pode ser explicado pela adição de N contido nos dejetos líquidos que vão sendo adicionados ao substrato, ZHU et al. (2004).

Tabela 8. Percentual médio de nitrogênio total de acordo com as coletas.

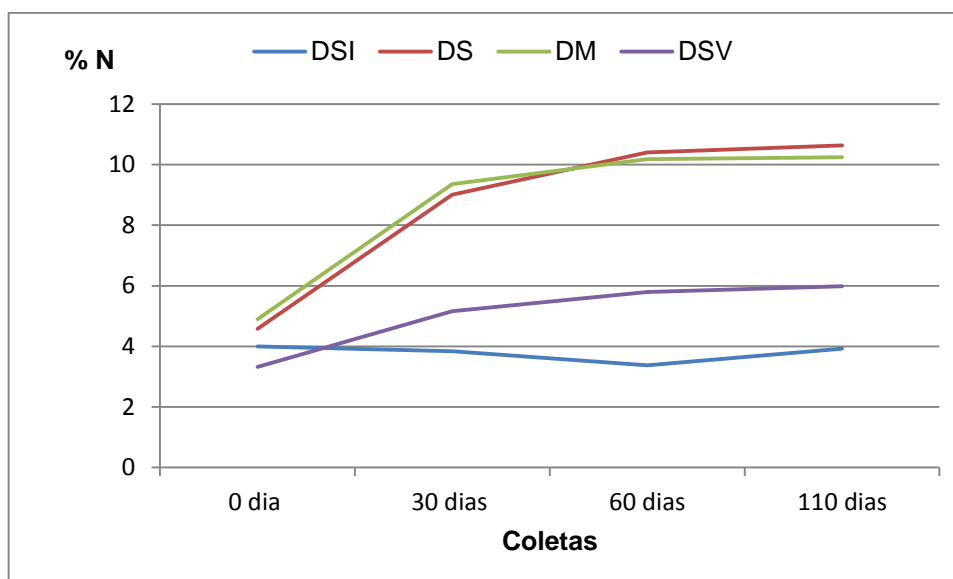
Tratamentos	COLETAS			
	0 dia	30 dias	60 dias	110 dias
DSI	4,00 ^{aA}	3,84 ^{cA}	3,37 ^{cA}	3,92 ^{Ca}
DS	4,58 ^{aA}	9,01 ^{aA}	10,40 ^{aA}	10,63 ^{bA}
DM	4,90 ^{aA}	9,36 ^{aA}	10,18 ^{aA}	10,24 ^{aA}
DSV	3,32 ^{cB}	5,16 ^{cB}	5,79 ^{cB}	5,98 ^{bB}

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna e por letras maiúsculas diferentes na linha ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Na Figura 14 pode-se observar como o N se porta ao longo do período experimental. Para os tratamentos DS e DM, os teores de N tiveram evolução semelhante explicado pela origem comum dos substratos, mesmo com o pH elevado para ambos que junto com a temperatura proporcionaram a volatilização da amônia.

As entradas e saídas do N nos sistemas de produção passam pela mineralização da matéria orgânica (MO), o que é exercido pelos microrganismos, através da degradação das formas orgânicas de N. Essas formas são: oxidação do amônio (NH_4^+) em nitrito (NO_2^-) e posteriormente em nitrato (NO_3^-), redução do nitrato em N_2 e redução do gás N_2 em amônia. Essas transformações também podem ser influenciadas pela temperatura, pH e teor de nutrientes, regime de água/aeração, sendo intensas em condições de oxidação e muito pequenas em condições de redução (FERREIRA, 2005).

Figura 17. Avaliação do percentual de N durante o período experimental.



O teor de N na biomassa evoluiu positivamente em função da concentração de nutrientes durante o processo de compostagem, situação similar também foi apurada em trabalho realizado com compostagem de cama de suínos em terminação por Oliveira et al. (2001). O DSI apresentou um comportamento diferente dos demais, mantendo uma situação estável para este nutriente ao longo do tempo, em função da constante entrada de dejetos nas esterqueiras e saída de N por volatilização, mantendo um balanço equilibrado (KONZEN et al. 1980).

Carbono

O percentual médio de carbono é apresentado na Tabela 9, onde pode-se observar que para a 0 dia, os tratamentos DS e DM não diferiram entre si ($P > 0,05$), no entanto apresentaram níveis superior de carbono em relação ao tratamento DSV, sendo explicado pelo fato de que a sobra de volumoso já sofreu um processo de degradação prévia.

Na 30 dias, o comportamento dos tratamentos DS e DM permanecem semelhantes ($P > 0,05$) em relação ao teor de C, ao contrário do que aconteceu para o tratamento DSV, onde apresentou um aumento no teor deste mineral, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos.

Nas observações subsequentes, 60 dias e 110 dias, comparando os tratamentos DS,DM verificou-se que não houve diferença significativa entre si, no entanto o tratamento DSV obteve um aumento do teor de C, e conseqüentemente teve um efeito significativo diferente dos outros dois tratamentos. Esses resultados obtidos são similares aos encontrados por HSU et. al 2001.

Tabela 9. Percentual médio de carbono total de acordo com as coletas.

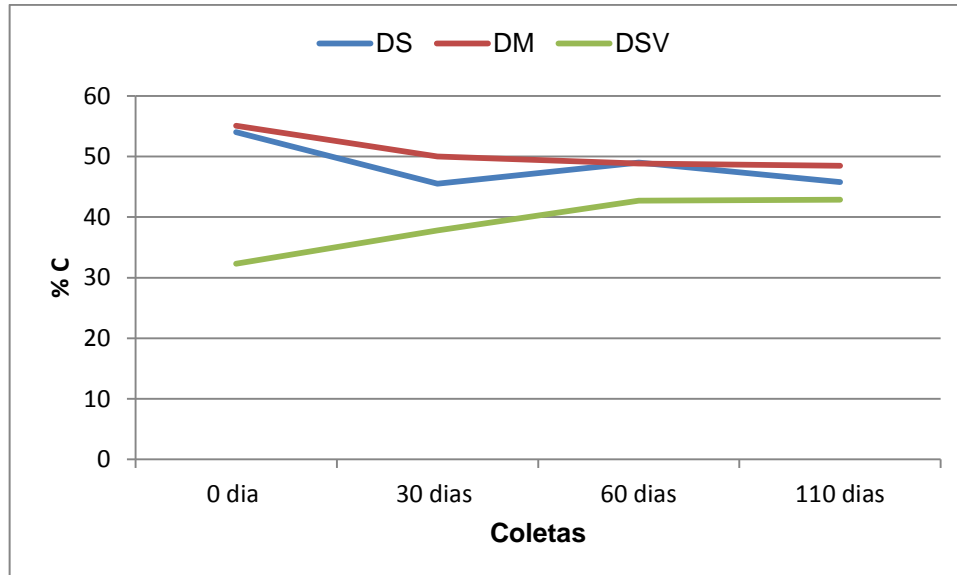
Tratamentos	COLETAS			
	0 dia	30 dias	60 dias	110 dias
DS*	54,03 ^{aA}	45,49 ^{aB}	48,99 ^{aB}	45,76 ^{abB}
DM*	55,06 ^{aA}	49,99 ^{aB}	48,84 ^{aB}	48,45 ^{aB}
DSV*	32,29 ^{bC}	37,78 ^{bB}	42,71 ^{bA}	42,89 ^{bA}

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna e por letras maiúsculas diferentes na linha diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

* Análises feitas somente para substratos sólidos

Na Figura 18, em que se avalia o efeito da comparação entre os tratamentos para o variável teor de C, constata-se que durante o período experimental, o tratamento DSV foi o único que teve aumento do teor deste mineral.

Figura 18. Avaliação do percentual médio de C durante o período experimental.



Para os tratamentos DS e DM se constata um decréscimo no teor de C, a medida que aumenta os dias de coletas, fato também observado por Loureiro et al. (2007) que avaliaram a compostagem de resíduos domiciliares com e sem adição de esterco bovino e observaram uma redução no teor de C total, ao longo de 27 dias de compostagem. Neste contexto, pode-se ainda afirmar que a redução da relação C/N em decorrência da oxidação da matéria orgânica pelos microrganismos, liberam CO_2 através da sua respiração (Zhang e He, 2005), diminuindo assim a concentração de C.

Relação C/N

A relação C/N é um índice utilizado para avaliar os níveis de maturação de substâncias orgânicas e seus efeitos no crescimento microbológico, já que a atividade dos microrganismos heterotróficos, envolvidos no processo, depende tanto do conteúdo de C para fonte de energia, quanto de N para síntese de proteínas (SHARMA et al., 1997 citado por VALENTE et al., 2009).

Na Tabela 10 são apresentados os dados médios da relação C/N, onde se verificou que os tratamentos DS e DM na coleta 0 dia, não diferiram entre si ($P > 0,05$), mas diferiram significativamente do tratamento DSV ($P=0,00..$), em que apresentaram uma relação C/N com valores superiores ao tratamento SvDs. O valor encontrado para serragem foi similar ao descrito por ZHANG et al. (2005).

Nas coletas 30 dias e 60dias, constatou-se nos os tratamentos DS, DM e DSV não houve efeito significativo entre si ($P > 0,05$), e à medida que foram adicionados dejetos ao substrato a relação C/N reduziu, enquanto que para o tratamento DSV ocorreu o inverso. Observa-se que para os tratamentos DS e DM, os dejetos atuaram como fonte de N, no entanto para o tratamento DSV os dejetos atuaram como fonte de C em função da metabolização destes compostos no sistema

Tabela 10. Teor médio de C/N de acordo com as coleta.

Tratamentos	COLETAS			
	0 dia	30 dias	60 dias	110 dias
DS	195,38 ^{aa}	25,68 ^{ab}	24,53 ^{ab}	26,58aB
DM	177,90 ^{aa}	30,31 ^{ab}	26,57 ^{ab}	24,87aB
DSV	39,99 ^{ba}	14,20 ^{aa}	12,32 ^{aa}	14,66 ^{aa}

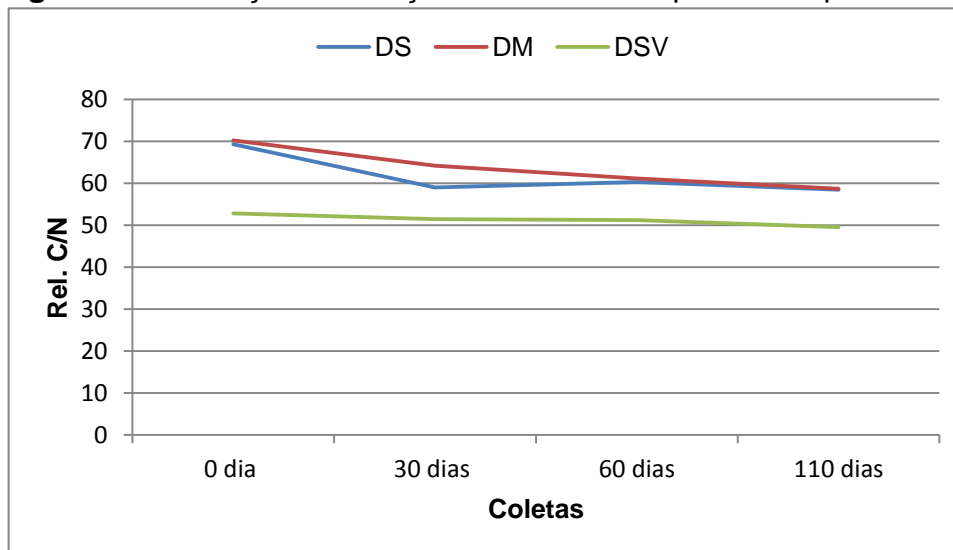
Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna e por letras maiúsculas diferentes na linha diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores encontrados na Tabela 10 ficaram próximos aos considerados ideais pela legislação brasileira, sugeridos por KIEHL (1985), sendo que, para a utilização em lavouras não há restrições, entretanto para a comercialização como adubo orgânico, é necessário que o produto passe por um novo período de maturação. Pesquisadores afirmam que a relação C/N ideal para iniciar o processo de compostagem deve estar entre 25/1 e 35/1 (Fong et al., 1999; Kiehl, 2004), tendo em vista, que durante a decomposição os microrganismos absorvem C e N da matéria orgânica na relação 30/1, sendo 20 C eliminadas para atmosfera na forma de gás carbônico e 10 são imobilizadas e incorporadas ao protoplasma celular (Gorgati, 2001; Kiehl, 2004).

Na Figura 16, observam-se os valores médios da relação C/N no período experimental, onde se pode constatar que os tratamentos DS e DM apresentaram uma tendência de queda, resultados estes, semelhantes aos obtidos por ZHU et al. (2004). Durante o período experimental para os tratamentos DS e DM não houve

efeito significativo, porém para o tratamento DSV, ao contrário dos demais verifica-se uma estabilização na relação C/N, não havendo efeito significativo durante o período experimental, o que pode ser devido ao fato do DSV possuir um valor menor para esta variável no início do processo. Ao receber as impregnações de dejetos líquidos houve uma oferta maior de C, elevando a relação C/N inicial.

Figura 19. Avaliação da relação C/N durante o período experimental.



Fósforo

O percentual médio de P apresentado na Tabela 11, para a observação 1, nos tratamentos DS e DM apresentaram um baixo teor de P em relação aos demais e não diferiram entre si ($P > 0,05$), no entanto o tratamento DSV apresentou valores significativos para este mineral. Constata-se que o tratamento DSV, o teor médio de fósforo aumentou significativamente nas observações 60 dias e 110 dias em relação aos outros tratamentos ($P > 0,05$). Portanto podemos concluir que adição de dejetos de suínos aos substratos aumenta o teor de fósforo. Com base nos dados obtidos experimentalmente, podemos assegurar a potencialidade da utilização deste composto na agricultura, conforme estudos descrito por PERDOMO et al. (2001).

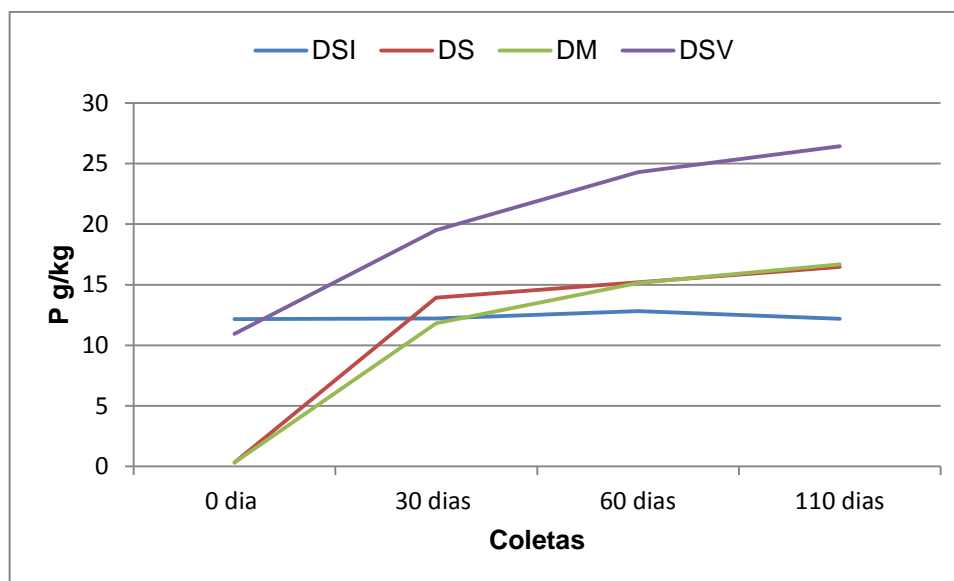
Tabela 11. Teor médio de fósforo em g/kg, de acordo com as coleta.

Tratamentos	COLETAS			
	0 dia	30 dias	60 dias	110 dias
DSI	12,16 ^{aA}	12,21 ^{bA}	12,81 ^{bA}	12,20 ^{cA}
DS	0,33 ^{bB}	13,92 ^{bA}	15,19 ^{bA}	16,48 ^{bA}
DM	0,32 ^{bC}	11,83 ^{bB}	15,14 ^{bB}	16,69 ^{bA}
DSV	10,95 ^{aC}	19,51 ^{aB}	24,28 ^{aA}	26,42 ^{aA}

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna e por letras maiúsculas diferentes na linha diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Conforme Figura 17, se verifica que o teor de P aumento à medida que foram realizadas as impregnações com os dejetos de suínos, o que demonstra uma concentração do P mais estável na biomassa. Embora o tratamento convencional apresentou uma menor estabilização do teor de P, o que evidencia que a utilização de esterqueiras ao longo do tempo contribui na manutenção da diluição dos dejetos de maneiras semelhante foi relatada por DARTORA et al. (1998), PERDOMO et al. (2001) onde mostra as variações médias em algumas características dos dejetos em função da sua diluição. Ressaltando a importância do grau de diluição para o uso desses dejetos como fertilizantes, pois, quanto mais diluído tem-se menos nutrientes adicionados à cultura por unidade de volume.

Figura 20. Avaliação do teor médio de P durante o período experimental.



Potássio

Os teores médios de K apresentados na Tabela 12, em todas as observações se constatou que os tratamentos DS e DM não diferiram entre si ($P > 0,05$), porém os mesmos foram inferiores ao tratamento DSV ($P < 0,05$), o que pode ser evidenciado pelo fato de ser um substrato que na sua origem continha uma concentração mais elevada deste elemento antes de ocorrer à impregnação de dejetos. Na observação 110 dias, a constante manutenção da diluição dos dejetos na esterqueira, demonstrou que o DSI apresentou uma concentração inferior de K diferindo em relação aos tratamentos DM e DSV, evidenciando que os dejetos tratados de forma sólida contribui para uma valorização agrônômica e ambiental do composto.

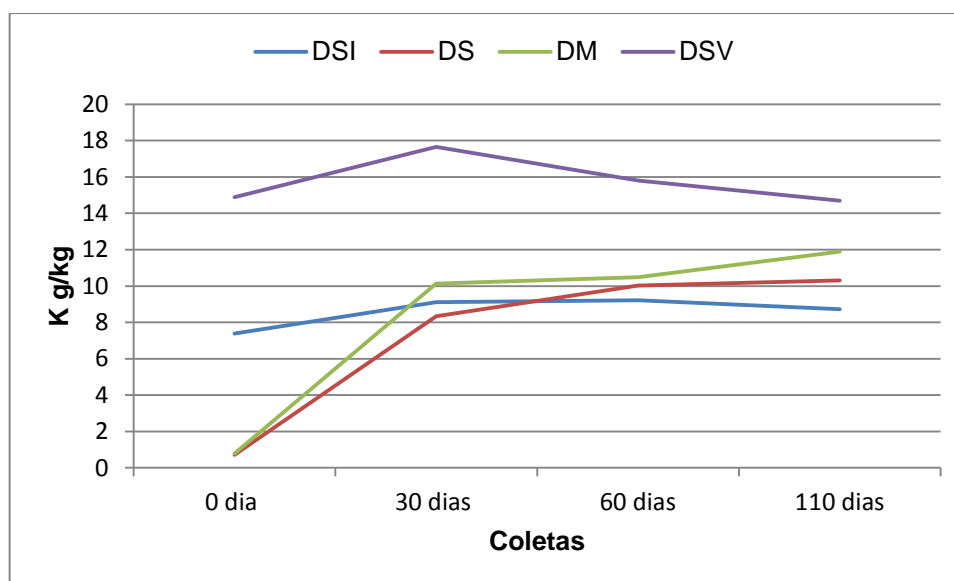
Tabela 12. Teor médio de potássio em g/kg, de acordo com as coleta.

Tratamentos	COLETAS			
	0 dia	30 dias	60 dias	110 dias
DSI	7,38 ^{bA}	9,11 ^{bA}	9,22 ^{Ba}	8,73 ^{bA}
DS	0,72 ^{cB}	8,34 ^{bA}	10,02 ^{Ba}	10,31 ^{bA}
DM	0,79 ^{cB}	10,13 ^{bA}	10,49 ^{bA}	11,90 ^{abA}
DSV	14,88 ^{aA}	17,66 ^{aA}	15,80 ^{Aa}	14,70 ^{aA}

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna e por letras maiúsculas diferentes na linha diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey

Na Figura 21, verifica-se que os tratamentos, que continha substratos na forma solida, à medida que foram impregnados com os dejetos de suínos houve um aumento na concentração desse mineral na primeira fase do processo, e à medida que foi ocorrendo a redução do volume do composto na segunda fase, o qual pode ser explicado pela perda de água. Muito embora, no DSI ocorreu uma estabilização da concentração do mineral ao longo do tempo.

Figura 11. Avaliação do teor médio de K durante o período experimental.



Cálcio

Na Tabela 13 para os substratos serragem e maravalha, observação 1, não diferiram entre si com relação ao teor de Ca ($P > 0,05$) isso se explica por possuírem a mesma origem. Os tratamentos DSI e DSV apresentaram valores significativamente superior em relação aos DS e DM ($P < 0,05$), nesse período de coleta, sendo valores semelhante ao descrito por KONZEN (1980), que relatou o teor de 33 g/kg Ca, em dejetos líquidos de suínos.

Nas observações subsequentes notou-se uma semelhança para os tratamentos realizados com os substratos na forma sólida, em que ocorreu uma elevação nos níveis desse mineral. Para o DSI verificou-se uma estabilidade em níveis menores dos demais, que não diferiu durante todas as coletas. O ocorrido pode ser justificado pela manutenção da diluição dos dejetos líquidos no sistema de

tratamento convencional, isso se explica segundo o NRC (1998) que cerca de 50 a 80% do Ca consumido são excretados pelos suínos, o que nos leva a concluir que o aumento significativo do Ca nos tratamentos com substratos sólidos.

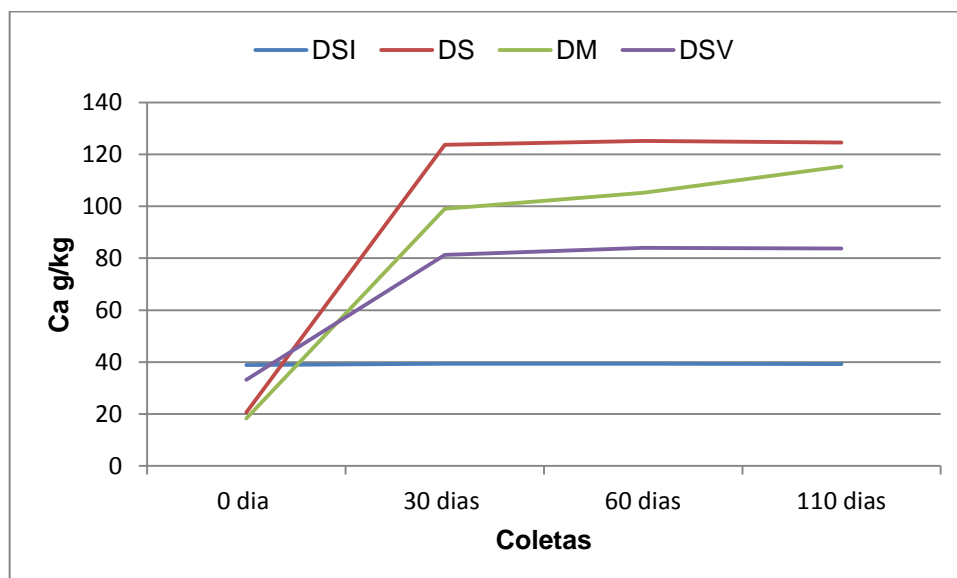
Tabela 13. Teor médio de cálcio em g/kg, de acordo com as coleta.

Tratamentos	COLETAS			
	0 dia	30 dias	60 dias	110 dias
DSI	38,83 ^{aA}	39,43 ^{dA}	39,34 ^{dA}	39,27 ^{cA}
DS	20,58 ^{bB}	123,64 ^{aA}	125,21 ^{aA}	124,55 ^{aA}
DM	18,28 ^{bC}	99,00 ^{bB}	105,20 ^{bBA}	115,27 ^{aA}
DSV	33,15 ^{aB}	81,27 ^{cA}	83,98 ^{cA}	83,81 ^{bA}

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna e por letras maiúsculas diferentes na linha diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey

Na figura 19 os tratamentos DS, DM e DSV apresentaram uma tendência de aumento, à medida que foram incorporados dejetos líquidos na segunda e terceira observações. Entretanto para o DSI manteve-se estável, mas em níveis menores do que os verificados nos demais tratamentos, o que pode ter ocasionado em função da diluição dos dejetos no sistema convencional de tratamento.

Figura 22. Avaliação do teor médio de Ca durante o período experimental.



Magnésio

Na observação 1, conforme demonstrado na tabela 14, constatou-se que os substratos DS, DM e DSV não diferiram entre si ($P > 0,05$). O tratamento DSI teve efeito significativo ($P < 0,05$) em relação aos demais tratamentos nessa coleta, apresentando valores semelhantes aos relatados por KONZEN (1980), sendo este valor de aproximadamente 10g/kg.

Nas demais observações constataram-se que o nível de teor de magnésio para os tratamentos DS, DM e DSV se elevou à medida que ocorria a impregnação dos dejetos líquidos aos substratos. Constatou-se efeito significativo dos tratamentos DS e DM em relação aos tratamentos DSI e DSV na observação 110 dias, em que apresentaram maiores teores médios de magnésio. Verifica-se que no tratamento DSI ocorreu uma estabilidade em relação ao teor de magnésio durante toda a fase experimental, podendo este fato ser justificado pela manutenção da diluição dos dejetos líquidos no sistema convencional. O mesmo ocorreu com o tratamento DSV, que pode ser justificado pela degradação já sofrida no substrato antes da impregnação.

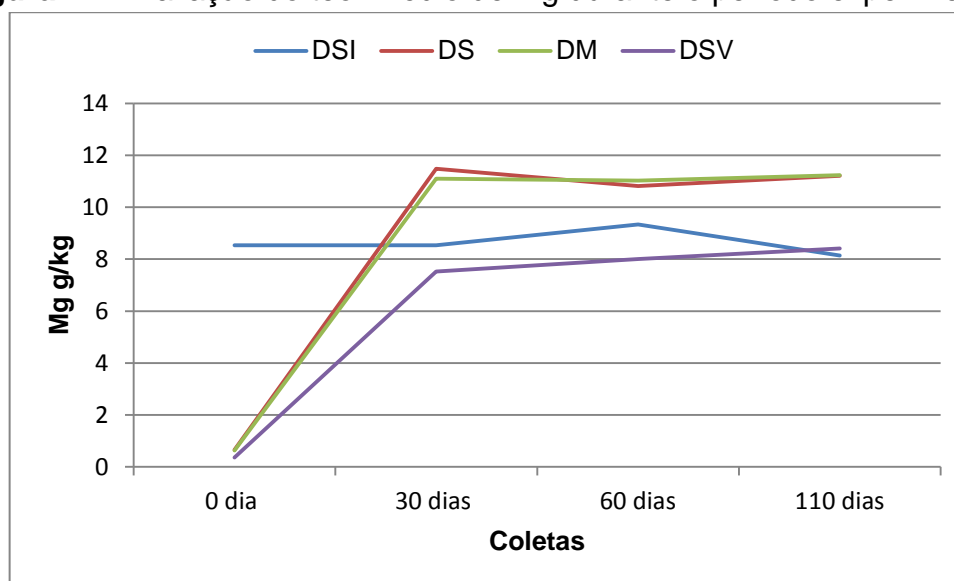
Tabela 14. Teor médio de magnésio em g/kg, de acordo com as coletas.

Tratamentos	COLETAS			
	0 dia	30 dias	60 dias	110 dias
DSI	8,54 ^{aA}	8,54 ^{abA}	9,34 ^{abA}	8,14 ^{bA}
DS	0,66 ^{bB}	11,48 ^{aA}	10,81 ^{abA}	11,21 ^{aA}
DM	0,63 ^{bB}	11,10 ^{aA}	11,03 ^{aA}	11,23 ^{aA}
DSV	0,36 ^{bB}	7,53 ^{bA}	8,00 ^{bA}	8,415 ^{abA}

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna e por letras maiúsculas diferentes na linha diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Na Figura 23, observa-se a evolução do teor de Mg ao longo do período nos diferentes tratamentos. Os resultados apresentados para os DS, DM e DSV mostrou uma tendência em aumentar à medida que se incorporou dejetos líquidos nas observações. Para o DSI e DSV, não houve efeito significativo ($P > 0,05$) durante as coletas 30 dias, 60 dias e 110 dias.

Figura 12. Avaliação do teor médio de Mg durante o período experimental.



Cobre

Conforme pode ser verificado na Tabela 15, observação 1, os substratos dos tratamentos DS, DM e DSV não diferiram entre si ($P > 0,05$) com relação aos teores médios de Cu. Nas observações 30 dias, 60 dias e 110 dias constata-se um aumento significativo ($P < 0,05$) na concentração de Cu em relação à observação 0 dia e para os tratamentos DS, DM e DSV a medida que aumenta o período experimental. Esse aumento do Cu, se justifica pela alta concentração de Cu que os dejetos líquido de suínos possuem. MATTIAS et al., 2004 também constatou que a impregnação de dejetos de suínos ao longo do processo aumenta a concentração de Cu, bem como, o alto teor de matéria orgânica contida no substrato.

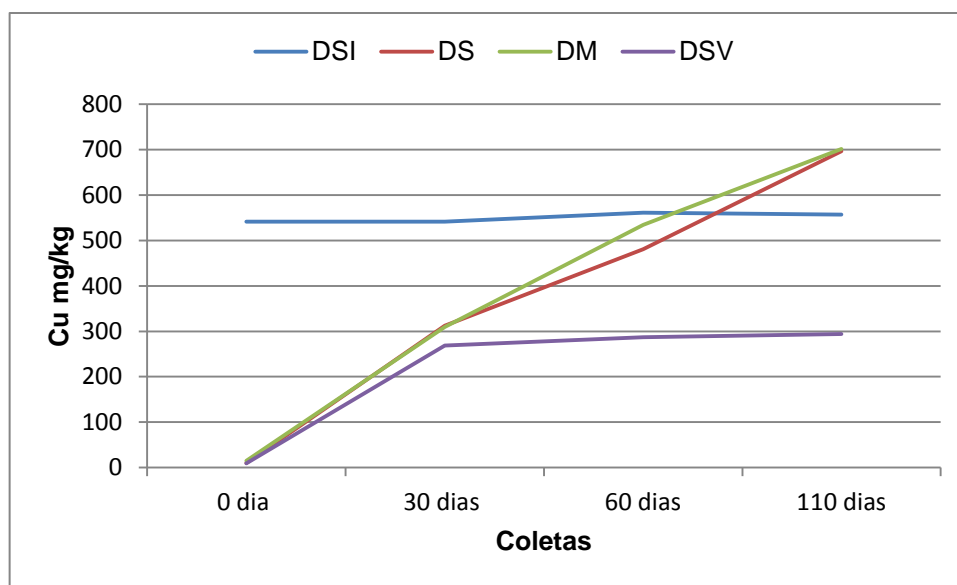
Tabela 15. Teor médio de cobre em mg/kg, de acordo com as coletas

Tratamentos	COLETAS			
	0 dia	30 dias	60 dias	110 dias
DSI	541,51 ^{aA}	541,51 ^{aA}	561,10 ^{aA}	556,97 ^{bA}
DS	10,46 ^{bD}	312,68 ^{bC}	480,89 ^{bB}	696,43 ^{aA}
DM	15,07 ^{bD}	309,87 ^{bC}	534,26 ^{abB}	701,15 ^{aA}
DSV	9,62 ^{bB}	268,67 ^{bA}	286,80 ^{cA}	294,00 ^{cA}

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna e por letras maiúsculas diferentes na linha diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

A evolução do teor de Cu na biomassa para os tratamentos realizados acompanham a mesma tendência no decorrer do experimento, conforme mostra a Figura 24. Embora exista uma estabilização do mineral para o DSI o que pode ser explicado pela constante diluição ocorrida neste tratamento.

Figura 13. Avaliação do teor médio de Cu durante o período experimental.



Zinco

As observações realizadas nos tratamentos DS, DM e DSV antes da impregnação dos dejetos nestes substratos demonstram que os mesmos não diferem entre si ($P < 0,05$), o que evidencia que a serragem, maravalha e DSV possuem baixo teor de Zn em sua composição conforme visto na Tabela 16. No entanto à medida que aumenta os números de observações se verifica um aumento do teor médio de Zn, ocorrendo um efeito significativo dos tratamentos DSI, DS e DM em relação ao DSV ($P < 0,05$).

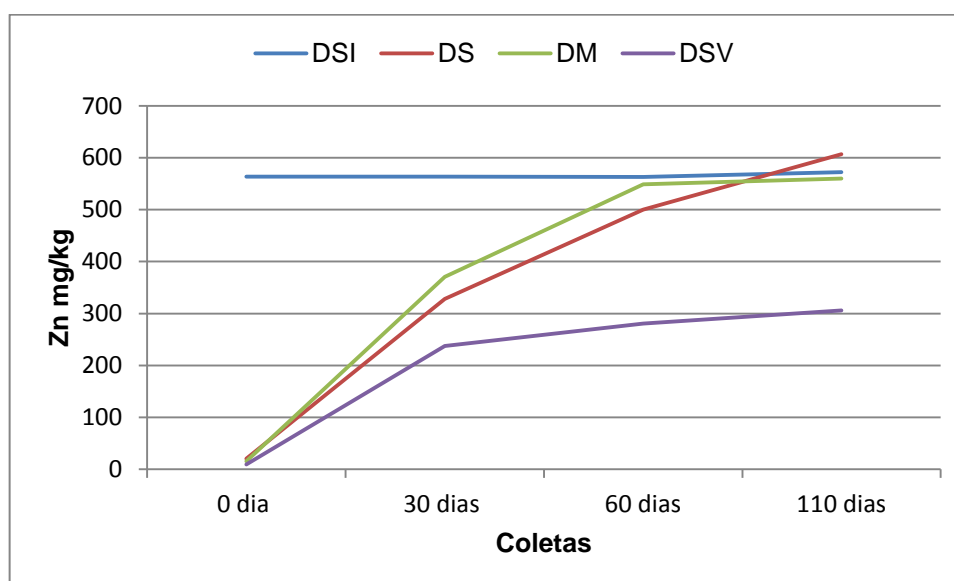
Tabela 16. Teor médio de zinco em mg/kg, de acordo com as coleta

Tratamentos	COLETAS			
	0 dia	30 dias	60 dias	110 dias
DSI	563,58 ^{aA}	563,58 ^{aA}	563,17 ^{aA}	572,15 ^{aA}
DS	20,62 ^{bD}	328,20 ^{bC}	500,00 ^{aB}	607,03 ^{aA}
DM	15,52 ^{bC}	370,42 ^{bB}	548,75 ^{aA}	560,03 ^{aA}
DSV	9,29 ^{bB}	237,69 ^{cA}	280,43 ^{bA}	306,03 ^{bA}

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna e por letras maiúsculas diferentes na linha diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os DS, DM e DSV evidenciam uma forte tendência de crescimento concentração do mineral Zn, durante o período experimental, como mostra a Figura 25, estes resultados mostram-se coerentes com os de Pitombo (2011), os quais evidenciaram que a concentração de Zn aumenta ao decorrer do processo, sendo facilmente explicado devido à adição dos dejetos na primeira fase do experimento e com a redução e perda de água durante a segunda fase experimental, o qual reduz o volume da biomassa concentrando o teor do nutriente. Porém para o DSI que representa o tratamento convencional o teor do nutriente manteve-se estável, sendo explicado pelo fato da manutenção de diluição ao longo do processo.

Figura 14. Avaliação do teor médio de Zn durante o período experimental.



Ferro

Os DS e DM não diferiram entre si ($P > 0,05$), porém diferiram significativamente do DSV e DSI ($P < 0,05$), conforme demonstrado na Tabela 17. Os valores encontrados para o substrato do DSV foram menores que os demais, em função de que a sobra de volumoso continha um menor teor para este mineral. Muito embora o DSI apresentasse valores diferentes aos encontrados por SCHERER (1996) que relatou 633 mg/kg. As observações subsequentes mostrou uma situação semelhante para os tratamentos realizados com substratos sólidos, acarretando uma elevação nos teores deste mineral. Entretanto, o DSI manteve uma estabilidade em níveis menores, sendo justificado pela manutenção da diluição dos dejetos líquidos tratados na forma convencional evidenciando que no processo de compostagem, ocorre uma concentração acentuada do teor de Fe, que pode ser explicado em função da redução de volume do composto, e também pelo alto teor de Fe na dieta dos animais criados em confinamento.

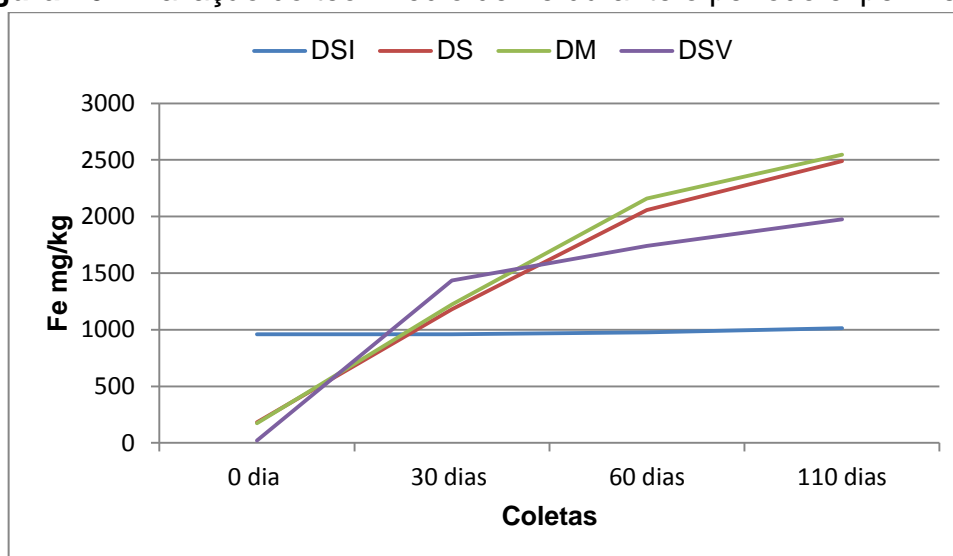
Tabela 17. Teor médio de ferro em mg/kg, de acordo com as coletas.

Tratamentos	COLETAS			
	0 dia	30 dias	60 dias	110 dias
DSI	961,05 ^{aA}	961,05 ^{cA}	976,52 ^{cA}	1014,22 ^{dA}
DS	181,33 ^{bD}	1179,37 ^{bC}	2058,39 ^{bB}	2491,37 ^{aA}
DM	173,79 ^{bD}	1223,13 ^{bC}	2160,43 ^{bB}	2547,30 ^{aA}
DSV	21,70 ^{bD}	1435,85 ^{aC}	1741,87 ^{cB}	1974,23 ^{cA}

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna e por letras maiúsculas diferentes na linha diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Na Figura 26, pode-se visualizar a evolução do teor de Fe ao longo do tempo para os diferentes tratamentos. Os tratamentos DS, DM e DSV apresentaram uma tendência semelhante, o que demonstra um aumento deste mineral à medida que foram sendo incorporados dejetos na fase 1 (até aos 60 dias), e pela redução do volume da biomassa que ocorreu na fase 2 (60 aos 110 dias). Entretanto o DSI manteve-se estável e em níveis menores.

Figura 26. Avaliação do teor médio de Fe durante o período experimental.



Manganês

Na Tabela 18, conforme observação 0 dia, o DS, DM e DSV não diferiram entre si ($P > 0,05$), mas diferiram do tratamento DSI ($P < 0,05$). O tratamento testemunha apresentou valores para Mn estáveis ao longo do experimento. Na observação 30 dias pode-se constatar que todos os tratamentos não diferiram entre si ($P > 0,05$), visto que, os tratamentos realizados com substratos sólidos apresentaram elevação nos teores do mineral pela adição de dejetos, enquanto que o DSI manteve-se estável. Nas coletas 60 dias e 110 dias, os tratamentos DSI, DS e DM não diferiram entre si ($P > 0,05$), mas observou-se efeito significativo para o DSV, diferindo dos demais tratamentos ($P < 0,05$).

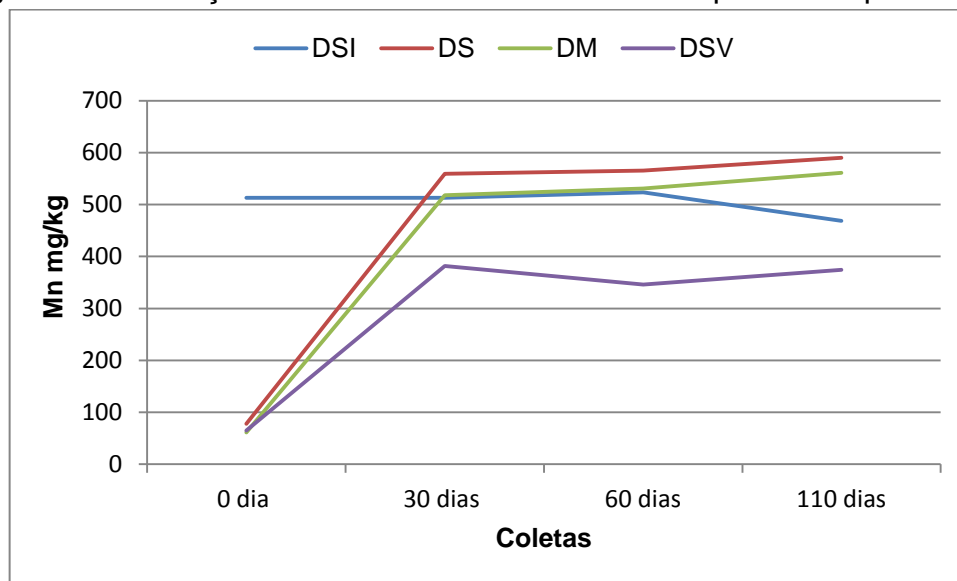
Tabela 18. Teor médio de manganês em mg/kg, de acordo com as coletas.

Tratamentos	COLETAS			
	0dia	30dias	60dias	110dias
DSI	513,12 ^{aA}	513,12 ^{aA}	523,33 ^{aA}	468,52 ^{abA}
DS	77,74 ^{bB}	559,52 ^{aA}	565,16 ^{aA}	589,94 ^{aA}
DM	61,55 ^{bB}	517,80 ^{aA}	530,72 ^{aA}	561,26 ^{aA}
DSV	65,19 ^{bB}	381,83 ^{bA}	346,24 ^{bA}	374,65 ^{bA}

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna e por letras maiúsculas diferentes na linha diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

A avaliação do teor de Mn ao longo do tempo para os diferentes tratamentos pode ser visto na Figura 27, onde se observa que os tratamentos DS, DM e DSV foram semelhantes, explicável pela adição de dejetos na fase 1 e na fase 2 na redução do volume da biomassa, acarretando aumento desse mineral, para o DSI o comportamento do mineral manteve-se conforme o esperado ao longo de toda a fase experimental.

Figura 15. Avaliação do teor médio de Mn durante o período experimental.



Matéria Orgânica

Conforme demonstra na tabela 19, DS e DM para a observação 0 dia, não diferiram entre si ($P > 0,05$), em relação ao seu teor de matéria orgânica (MO), porém diferem do DSV ($P < 0,05$) o que pode ser explicada pelo fato de que a sobra de volumoso utilizado como substrato, já tinha sofrido uma estabilização e certamente ocorreu uma redução no teor de MO. Após a observação 30 dias, constatou-se que DS e DM não diferiram entre si ($P > 0,05$), no entanto difere-se do DSV e apresentando maior teor de MO para DSM. Nas observações 60 dias e 110 dias, DS e DM apresentaram uma similaridade entre si ($P > 0,05$), diferindo do DSV ($P < 0,05$), onde constata-se menor valor de teor de MO em relação aos demais tratamentos, reflexo da composição original do substrato.

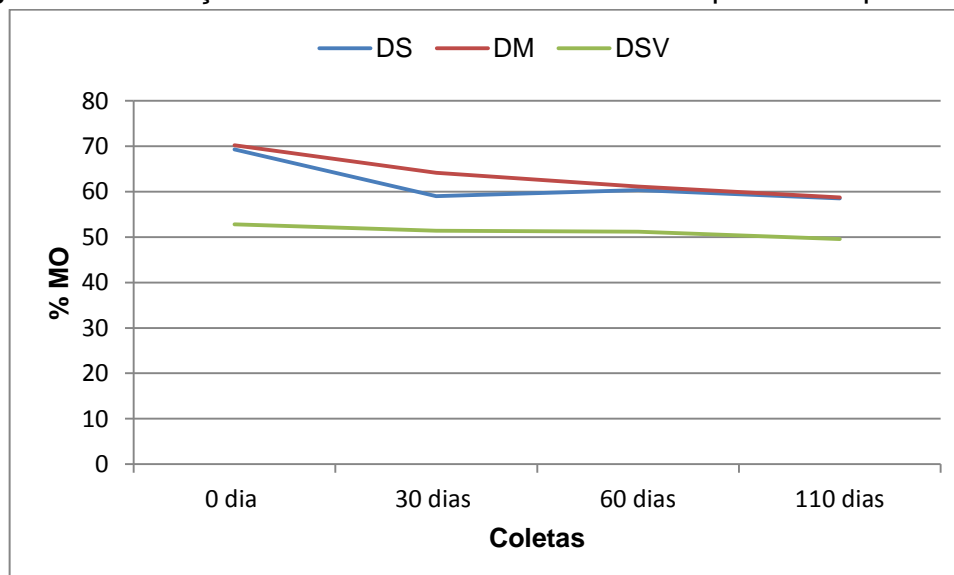
Tabela 19. Teor médio Matéria Orgânica de acordo com as coleta.

Tratamentos	COLETAS			
	0 dia	30 dias	60 dias	110 dias
Serragem	69,27 ^{aA}	58,97 ^{aB}	60,30 ^{aB}	58,47 ^{aB}
Maravalha	70,18 ^{aA}	64,16 ^{aAB}	61,12 ^{aB}	58,71 ^{aB}
Sobra de Volumoso	52,79 ^{bA}	51,41 ^{bA}	51,18 ^{bA}	49,53 ^{bA}

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna e por letras maiúsculas diferentes na linha diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Pode-se visualizar a tendência de redução do teor de MO que ocorreu em todos os tratamentos ao longo do período experimental. Na Figura 28, observa-se que não houve diferença significativa para o DSV durante as coletas, os substratos não impuseram condições diferenciadas aos organismos que oxidam a matéria orgânica e por isso a redução da MO foi igual, sendo similar as observações de TIQUIA et.al. (2000), onde a degradação do carbono pelos microrganismos, para obtenção de energia e conseqüentemente a liberação de CO_2 e também a liberação de H_2O para o meio ambiente, reduziram o teor de MO e aumentaram a concentração de componentes minerais.

Figura 28. Evolução do teor médio de MO durante o período experimental.



5. CONSIDERAÇÃO FINAIS

A utilização dejetos de suínos associado a diferentes substratos para serem compostada, requer eficiência no processo, uma vez que, cada substrato apresenta particularidades e para se estabelecer condições ótimas dos fatores que influenciam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos, são necessárias pesquisas para identificar e analisar os principais fatores que direta ou indiretamente, afetam a atividade microbiológica durante a compostagem. O composto pode variar a sua qualidade de acordo com os resíduos orgânicos e os processos empregados, pois a finalidade é produzir um composto com propriedades agronômicas e, obviamente garantir também a sustentabilidade ambiental da suinocultura.

De acordo com as condições em que foi realizada a pesquisa, podemos afirmar que os tratamentos que obtiveram melhores resultados no processo de compostagem foram dejetos de suínos associado aos substratos serragem e maravalha, aos quais tiveram um aumento nos teores de minerais, garantindo a obtenção de um produto que reduz os riscos ao meio ambiente, além de nutrientes necessários para o desenvolvimento microbiano, favorecendo a homogeneização da massa compostada.

Os resultados obtidos através do experimento permitem as seguintes conclusões:

- O manejo dos dejetos é feito diariamente em pequenas quantidades e transformando-se do estado líquido para a forma sólida, o que elimina a necessidade de armazenagem em esterqueiras ou lagoas de decantação em grandes volumes;

- Redução dos riscos de escoamento superficial e lixiviação dos dejetos na hora de sua aplicação quando no estado líquido;

- Redução dos riscos de contaminação dos mananciais de água da propriedade e da região devido à redução do volume dos dejetos a cerca de 70 %;

- Redução dos odores;

- A compostagem modifica a apresentação física dos dejetos, o que possibilita estocagem do produto, para uso conforme necessidade;

- Redução nos custos de distribuição;

- Não há necessidade de grandes áreas de terra para destino dos dejetos, devido à facilidade de distribuição e estocagem.

- Concentra os nutrientes, agregando maior valor ao produto final para uso agrônômico.

- Reduz o impacto ambiental da suinocultura.

REFERÊNCIAS

ABCS - Associação Brasileira dos Criadores de Suínos; disponível em: <http://www.abcs.org.br/suinocultura-em-foco>: Acesso em: 09 jan. 2012.

ALVES, R. G. C. de M. **Tratamento e valorização de dejetos da suinocultura através de processos anaeróbicos** – operação e avaliação de diversos reatores em escala real. 2007, 172 f. Tese (Doutorado em Engenharia Sanitária e Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007

BELLI FILHO, P. et al. **Gestão ambiental dos sistemas de produção de suínos para o sul do Brasil**. In: FRANKENBERG, C.L.C, RAYA-RODRIGUES M. T., CANTELLI, M. (Org.) Gerenciamento de Resíduos e Certificação Ambiental. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000. 399 p.

BIDONE, F. R. A. **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: Eliminação e Valorização**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, RJ: ABES, 2001.

BLEI JUNIOR, C, **Questões a resolver, para a adequação ambiental da propriedade suinícola**. In: Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura, 9, 2001, Gramado. Anais... Concordia; Embrapa Suínos e Aves, 2001. p.2-4.

BOMBILIO, D. C. **Compostagem de esterco suíno em cinco teores de umidade e três sistemas de aeração**. 2005, 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo). Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages, 2005.

BRASIL. Instrução Normativa SDA n. 28, de 17 de julho de 2007. Métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organo-minerais e corretivos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 31 jul. 2007. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/in_28_07_anexo.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2012.

CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R.; VIERIA, F. C. B. **Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 38, n. 6, p. 729-735, jun. 2003.

COSTA, M.S.S. de M. **Caracterização dos dejetos de novilhos superprecoces: reciclagem energética e de nutrientes**. 2005. 98 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Botucatu, 2005.

DARTORA, V.; PERDOMO, C. C.; TUME LERO, I. L. **Manejo de dejetos de suínos**. Boletim Informativo de Pesquisa (BIPERS). EMBRAPA-CNPSA e EMATER-RS, 45 p., 1998.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. **Boletim informativo de coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos**. EMATER-RS e EMBRAPA-CNPSA, 2002.

ECO-CHEM. Composting process, 2004. Disponível em:

<http://www.ecochem.com/t_compost_faq2.html>. Acesso em: 02/07/2012.

EMBRAPA. **Sistemas de tratamento de dejetos de suínos** – Inventário Tecnológico. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/invtec/relacao.html>>. Acesso em: 11/08/2012.

EMBRAPA. **Circular Técnica** n. 25, 2^o ed -CNPMS, 1998.

ESCOSTEGUY, P. A. V.; PARCHEN, C. A. P.; SELBACH, P. A. Bactérias enteropatogênicas em composto domiciliar, solo e planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v.17, p. 365-369, 1993.

FERNANDES, F. e S.M.C.P. da SILVA. PROSAB - Programa de pesquisa em saneamento básico. **Manual prático para a compostagem de biossólidos**. ABES- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro. 1999.

FLOTATS, X. **Gestión y tratamiento de purines de cerdo**. Informativo Porcino, Rotecna, ano IV, n. 11, junho 2000.

FONG, M., J.W.C. Wong and M.H. Wong. **Review on evaluation of compost aturity and stability of solid waste**. Shanghai Environmetal Sci.,18: 91-93. 1999.

GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. S.; CERETTA, C.A.; BASSO, C. J. **Formas de fósforo no solo após sucessivas adições de dejetos líquido de suínos em pastagem natural**. Revista Brasileira de Ciências do Solo, 32:1753-1761, 2008.

GIROTTI, A. F.; CHIOCHETTA, O. **Aspectos econômicos do transporte e utilização dos dejetos**. In Tecnologias para o Manejo de Resíduos na Produção de Suínos PNMA II – Gestão Integrada de Ativos Ambientais – Santa Catarina, 2004.

GOLUEKE, C. G. **Principles of Composting**. In: Biocycle guide to the Art & Science os Composting. Emmaus, Pensylvanis, J. G. Press, 1991. p. 14-37.

GORGATI, C.Q. 2001. **Resíduos sólidos urbanos em áreas de proteção aos mananciais**—município de São Lourenço da Serra - SP: compostagem e impacto ambiental. Tese Doutorado. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Botucatu. 70 p.

HSU, J. H.; LO, S.L. **Effect of composting on characterization and leaching of copper, manganese, and zinc from swine manure**. Environmental Pollution, n.114, p.119-127, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Agropecuária** Municipal. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>.: Acesso em: 08 mar. 2012.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. Climate change 2001: **The specific bases**. Summary for Policy Markers And Technical Summary Of the Working Group I Report. WMO/ UNEP, 2001, 98 p

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. Climate change 2007: **The physical science basis**. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge: Cambridge University Press, United Kingdom, 2007. 996 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Mudança do clima 2007: **Mitigação da mudança do clima**. Contribuição do Grupo de Trabalho III ao Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Sumário para os Formuladores de Políticas aprovado formalmente na 9ª Sessão do Grupo de Trabalho III do IPCC, em Bancoc, Tailândia, 30 abr. – 4 maio, 2007a.

JAKCSON, L. L. **Large-scale swine production and water quality**. In. THU, M.K eDURRENBERGHER, E.P. Pigs, profits, and rural communities. State University of New York, 1998. cap.6, p.103-122.

KADER, N.A.E., P. ROBIN, J.M. PAILLAT AND P. LETERME. **Turning, compacting and the addition of water as factors affecting gaseous emissions in farm manure composting**. Bioresource Technol., 98: 2619-2628. 2007

KIEHL, E. J., **Fertilizantes Orgânicos**. Editora Agronômica Ceres Ltda., São Paulo, SP, 492 p., 1985.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem** – maturação e qualidade do composto. Piracicaba: E. J. Kiehl, 1998.

KIEHL, E.J. 2004. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 4ª ed. E.J. Kiehl. Piracicaba. 173 p.

KILL, J. L.; DONZELE, J. L.; VALERIO, S. R.; FERREIRA, A. S.; FREITAS, R. T. F. **Valor nutritivo e inclusão dos dejetos de suínos para suínos em terminação**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.27, n.6, p.1151-1159, 1998.

KOMILIS, D.P. AND R.K. HAN. 2003. **The effect of lignin and sugars to the aerobic decomposition of solid wastes**. Waste Manage., 23: 419-423.

KOMILIS, D.P. AND I.S. TZIOUVARAS. 2009. **A statistical analysis to assess the maturity and stability of six composts**. Waste Manage., 29: 1504-1513.

KONZEN, E. A. **Manejo sustentável dos dejetos de suínos**. EMBRAPA: CNPSA-CS, 1983 (Seriado - Circular técnica n.6).

KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; BAHIA FILHO, A. F. C., PEREIRA, F. A. **Manejo do esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação do milho**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS, 1997. 31p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 25).

LAPESUI- Laboratório de pesquisa econômica em suinocultura, disponível em : http://www.lapesui.com.br/web/index.php?pag=noticia&id_noticia=441&id_menu=32: Acesso em: 21 fev. 2012.

LAU, A. K.; LIAO, P. H.; LO, K. V., **Evaluation of swine waste composting invertical reactors.** Journal Environmental Science Health, 28 (4): 761-777, 1993.

LAU, A. K.; LO, K. V.; LIAU, P. H.; YU, J. C. **Aeration experiments for swine waste composting.** Bioresource Technology, 41, p. 145-152, 1992.

LUCAS JUNIOR, J.; SANTOS, T. M. B. **Impacto ambiental causado pela produção de frangos de corte.** Conferência APINCO 2003 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003.

LUCAS JUNIOR, J.; SANTOS, T. M. B.; OLI VEIRA, R. A. **Possibilidade de uso de dejetos no meio rural.** WORKSHOP: MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS E A AGROPECUÁRIA BRASILEIRA, Campinas, SP, 1999.

MATTIAS, J. L.; MOREIRA, I. C. L. ; CERETTA, C. A.; POCOJESKI, E.; GIROTTO, E.; TRENTIN, E. E. **Lixiviação de cobre, zinco e manganês no solo sob aplicação de dejetos líquidos de suínos.** FERTIBIO 2004, 19 a 23 de julho, Lages SC, CD-ROM. 4 p., 2004.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT, 2009. **O mecanismo de desenvolvimento limpo:** guia de orientação 2009. Coordenação geral Isaura Maria de Rezende Lopes Frondize. Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio: FIDES, 2009. 136 p.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT. **Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa.** Emissões de metano da pecuária. 2006. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0008/8806.pdf Acesso em: 23 abr. 2012.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT. **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no Mundo.** Última versão: 31 maio 2010. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0211/211406.pdf Acesso em: 09 jan. 2012.

MIRANDA, C. R. **Avaliação de estratégias para a sustentabilidade da suinocultura.** 2005, 263f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

OLIVEIRA, P. A. V. **A escolha do sistema para o manejo dos dejetos de suínos uma difícil decisão,** Concórdia, 2000. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod_artigo=160. Acesso em: 23 ago. 2011.

OLIVEIRA, P. A. V. et al. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concórdia: EMBRAPA – CNPSA, 1993, 188p.

OLIVEIRA, P. A. V. **Produção e manejo de dejetos de suínos.** Concórdia: PNMA II – Programa Nacional do Meio Ambiente, 2002, Documento Técnico n. 8, p. 79 – 90.

OLIVEIRA, P. A. V. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos**: manual de boas práticas. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. PNMA II– Programa Nacional do Meio Ambiente, 2004, 119p.

OLIVEIRA, P. A. V.; CASTILHOS JÚNIOR, A. B.; NUNES, M. L. A.; HIGARASHI, M. M. **Compostagem usada para o tratamento de dejetos de suínos**. PORK EXPO América Latina, Foz do Iguaçu, PR, 2004.

OLIVEIRA, P. A. V.; DAI PRÁ, M. A.; KONZEN, E. A. **Unidade de transformação dos dejetos líquidos em composto orgânico**. In: Tecnologias para o Manejo de Resíduos na Produção de Suínos PNMA II – Gestão integrada de Ativos Ambientais – Santa Catarina, 2004.

OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M. **Geração e utilização do biogás em unidades de produção de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006, 41p. Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II; Projeto de Controle da Degradação Ambiental Decorrente da Suinocultura em Santa Catarina.

OLIVEIRA, P. A. V.; SILVA, A. P. **Edificações para a produção de suínos enfocando os aspectos ambientais**. In: Tecnologias para o Manejo de Resíduos na Produção de Suínos PNMA II – Gestão integrada de Ativos Ambientais – Santa Catarina, 2004.

OLIVEIRA, P.A.V. **Produção e manejo de dejetos de suínos**. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/pdf_doc/8-PauloArmando_Producao.pdf>. Acesso em: 14 ago 2011.

PAILLAT, J.M.; ROBIN, P; HASSOUNA, M; LETERME, P. **Effet du compostage défluentes porcinsurles émissions gazeuses et les teneurs en elements polluants**. Rennes : INRA, Centre de Recherches de Rennes, 2005.

PEIXOTO, R.T. dos.G. **Compostagem**: opção para o manejo orgânico do solo. IAPAR. Londrina. 1988. 46 p.

PERDOMO, C. C. **Alternativas para o manejo e tratamento dos dejetos de suínos**. Suinocultura Industrial, n. 152, junho-julho de 2001.

PERDOMO, C. C. **Custos do dejetos suíno**. Suinocultura Industrial, nº 07, p. 12-15, 2002.

PERDOMO, C. C. **Sugestões para o manejo, tratamento e utilização de dejetos suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2000. (EMBRAPA-CNPSA. Instrução técnica para suinocultor, 12). Endereço eletrônico: <<http://www.suino.com.br/embrapa/012.htm>>. Acesso em: 25 jun. 2012.

PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. de; KUNZ, A. **Metodologia sugerida para estimar o volume e a carga de poluentes gerados em uma granja de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, (Comunicado Técnico, 332). 2003.

PEREIRA NETO, J. T. **Conceitos modernos de compostagem**. Engenharia Sanitária, abril-maio, 104-109, 1989.

PEREIRA NETO, J.T. 1996. **Manual de compostagem**. UNICEF. Belo Horizonte. 56 p.

PEREIRA NETO, J.T. 2007. **Manual de compostagem: processo de baixo custo**. UFV. Viçosa. 81 p.

PRIMAVESI, A. 1981. **O manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais**. Nobel. São Paulo. 535p.

PILLON, C. N. **Agricultura e efeito estufa: desafios e oportunidades**. Suinocultura Industrial, n. 154, p. 13-20, 2001.

POWER REIS, M. F.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; SELBACH, P. A. **Curso teoria e prática da compostagem de resíduos sólidos urbanos**, Associação Brasileira de engenharia sanitária e ambiental – ABES/RS, Universidade de Passo Fundo, julho de 2003.

RICHARD, T., N. Trautmann, M. Krasny, S. Fredenburg and C. Stuart. 2002. **The science and engineering of composting**. The Cornell composting website, Cornell University. http://www.compost.css.cornell.edu/composting_homepage.html. Acessoem: 12/04/2012.

RODRIGUES, M.S., F.C. da. Silva, L.P. Barreira e A.Kovacs. 2006. **Compostagem: reciclagem de resíduos sólidos orgânicos**. In: Spadotto, C.A.;Ribeiro, W. Gestão de Resíduos na agricultura e agroindústria. FEPAF. Botucatu. p. 63-94.

SCHERER, E. E. **Teores de micronutrientes no esterco líquido de suínos da região Oeste Catarinense**. Revista Agropecuária Catarinense, Florianópolis, SC, dezembro de 1996.

SCHERER, E. E.; AITA, C.; BALDISSER A, I. T. **Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da Região Oeste Catarinense**. Boletim técnico n. 079, EPAGRI, 1996.

SEGANFREDO, M. A. **A questão ambiental na utilização de dejetos de suínos como fertilizante do solo**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, (Circular Técnica, 22). 2000.

SEGANFREDO, M. A. **Análise dos riscos de poluição do ambiente, quanto se usa dejetos de suínos como adubo do solo**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. (Circular Técnica, 206).

SEGANFREDO, M. A. **Dejetos animais: a dupla face benefício ou prejuízo**. Guia Suinocultura Industrial, n. 9, 2004.

SEGANFREDO, M. A. **Os dejetos de suínos são um fertilizante ou poluente do solo?** Caderno de Ciência e Tecnologia, Brasília, v.16, n.3, p. 129-141, set. dez., 1999.

SEVRIN -REYSSAC, J., La Noüe, J. e Proul x, D. (1995) **Le Recyclage du Lisier de Porc Par Lagunage**. Technique&Documentation – Lavoisier, Paris.118p.

SHARMA, V.K., M. Canditelli, F. Fortuna and C.Cornacchia. 1997. **Processing of urban and agroindustrial residues by anaerobic composting**: review. *Energ.Convers. Manage.*, 38: 453-478.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M.; GRIS I, B. M.; HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. **Microorganismos e processos biológicos no solo**: perspectiva ambiental. EMBRAPA-CNPQ. Brasília, DF, 142 p., 1994.

SILVA, F. DE A. S. E. & AZEVEDO, C. A. V. de. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, (7), Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SPIES, A. **The sustainability of the pig and poultry industries in Santa Catarina, Brazil**: a framework for change. 2003. 370 f. Thesis (PhD) -School of Natural and Rural Systems Management, The University of Queensland, Australia, 2003.

TIQUIA, S.M., N.F.Y. Tam and I.J. Hodgkiss. 1998a. **Salmonella elimination during composting of spent pig litter**. *Bioresource Technol.*, 63: 193-196.

TIQUIA, S.M., N.F.Y. Tam and I.J. Hodgkiss. 1998b. **Changes in chemical properties during composting of spent pig litter at different moisture contents**. *Agr.Ecosyst. Environ.*, 67: 79-89.

TIQUIA, S.M.; TAM, N. F.Y. Co-composting of spent pig litter and sludge with forced-aeration. **Bioresource technology**, 72, p. 1-7, 2000.

TUOMELA, M., M. Vikman and A. Hatakka. 2000. **Biodegradation of lignin in a compost environment**: a review. *Bioresource Technol.*, 72: 169-183.

VALENTE, B.S. E.G. Xavier, T.B.G.A. Morselli, D.S. Jahnke, B. de S. Brum Jr., B.R. Cabrera, P. de O. Moraes e D.C.N. Lopes. **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos** *Arch. Zootec.* 58 (R): 59-85. 2009.

VALCARENGHI, S. R. **Licenciamento ambiental para avicultura de corte**. 2009, 53f. TCC Curso de Agronomia da Sociedade Educacional de Itapiranga – Faculdade de Itapiranga, Itapiranga- SC, 2009.

VICTÓRIA, F. R. B. Transporte e distribuição de dejetos de suínos nas lavouras. Dia de campo sobre manejo e utilização de dejetos de suínos. EMBRAPA-CNPQ, 1994.

VILLANI, F.T; PEREIRA NETO, J. T.. Estudo e avaliação de métodos químicos para determinar o grau de maturação na compostagem do lixo urbano domiciliar. In: 17º Congresso brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES. Natal, 1993.

WHO. **The international drinking water supply and sanitation decade**: review of middecade progress. World Health Organization, Geneva. 1987.

ZHANG, Y.; HE, Y. **Co-composting solid swine manure with pine sawdust as organic substrate**. *Bioresource Technology*. Article in press, 2005.

ANEXOS

Arquivo ANOVA CALCIO Data 06/02/2013 Hora 08:36:23

EXPERIMENTO

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Fator1 (F1)	3	30737.86853	10245.95618	308.0555 **
Fator2 (F2)	3	44354.22301	14784.74100	444.5188 **
Int. F1xF2	9	19396.29729	2155.14414	64.7967 **
Tratamentos	15	94488.38883	6299.22592	189.3929 **
Resíduo	48	1596.48495	33.26010	
Total	63	96084.87378		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)
 * significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)
 ns não significativo (p >= .05)

GL	GLR	F-crit	F	p
3	48	4.2192	308.0555	<0.001
3	48	4.2192	444.5188	<0.001
9	48	2.8031	64.7967	<0.001
15	48	2.437	189.3929	<0.001

Fator 1 = TRAT
 Fator 2 = TEMP

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias do fator 1

1	39.32125	d
2	98.49875	a
3	84.44000	b
4	70.55750	c

dms = 5.42834

Médias do fator 2

1	27.71313	b
2	85.68813	a
3	88.68500	a
4	90.73125	a

dms = 5.42834

MÉDIAS DE INTERAÇÃO

Fator 1 x Fator 2 (AxB)

		B						
A	-----							
	B1		B2		B3		B4	

A1	38.8300	aA	38.8300	dA	40.3475	dA	39.2775	cA
A2	20.5825	bB	123.6425	aA	125.2125	aA	124.5575	aA
A3	18.2825	bC	99.0025	bB	105.2000	bAB	115.2750	aA
A4	33.1575	aB	81.2775	cA	83.9800	cA	83.8150	bA

dms para colunas =		10.8567		dms para linhas =		10.8567		
Classific.c/letras minúsculas				Classific.c/letras maiúsculas				

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

MG = 73.20438

Ponto médio = 73.87000

CV% = 7.88

DADOS

39.37	37.24	36.87	41.84
39.37	37.24	36.87	41.84
41.41	38.56	38.76	42.66
39.33	38.45	40.43	38.90
23.01	18.34	20.20	20.78
118.21	120.12	119.34	136.90
123.49	133.23	120.15	123.98
125.78	127.12	122.12	123.21
10.84	21.38	20.60	20.31
99.46	99.28	98.99	98.28
118.87	114.72	103.23	83.98
126.30	112.90	108.34	113.56
34.75	23.07	39.98	34.83
81.23	80.56	83.98	79.34
89.02	83.80	82.86	80.24
82.67	84.69	83.89	84.01

Arquivo ANOVA CARB Data 06/02/2013 Hora 08:34:44

EXPERIMENTO

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Fator1 (F1)	3	4439.69368	1479.89789	221.2684 **
Fator2 (F2)	3	45.29088	15.09696	2.2572 ns
Int. FlxF2	9	665.39182	73.93242	11.0541 **
Tratamentos	15	5150.37638	343.35843	51.3376 **
Resíduo	48	321.03597	6.68825	
Total	63	5471.41235		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL	GLR	F-crit	F	p
3	48	4.2192	221.2684	<0.001
3	48	2.7984	2.2572	0.0937
9	48	2.8031	11.0541	<0.001
15	48	2.437	51.3376	<0.001

Fator 1 = TRAT

Fator 2 = TEMP

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias do fator 1

1	29.70964	c
2	48.57129	a
3	50.59088	a
4	38.92539	b

dms = 2.43423

Médias do fator 2

1	41.75124	a
2	40.69362	a
3	42.95728	a
4	42.39507	a

dms = 2.43423

MÉDIAS DE INTERAÇÃO

Fator 1 x Fator 2 (AxB)

A -----
 B1 B2 B3 B4

A2	54.0332	aA	45.4972	aB	48.9941	aB	45.7608	abB
A3	55.0662	aA	49.9985	aB	48.8479	aB	48.4509	aB
A4	32.2978	bC	37.7872	bB	42.7176	bA	42.8990	bA

dms para colunas = 4.8685 dms para linhas = 4.8685
 Classific.c/letras minúsculas Classific.c/letras maiúsculas

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

MG = 41.94930

CV% = 6.16

Ponto médio = 38.70551

DADOS

29.02422	26.67227	20.56578	26.16902
28.37127	29.18600	29.63470	30.77466
32.24075	31.59600	30.87232	30.36906
31.36442	35.07975	32.01813	31.41596
54.99316	55.64215	53.84888	51.64842
42.60214	47.04709	47.11028	45.22908
48.23249	50.41209	46.98391	50.34793
40.19900	49.07590	45.13741	48.63069
54.90785	56.84524	54.38578	54.12597
47.39766	49.43509	50.39459	52.76657
46.73701	51.24872	48.58449	48.82138
42.33179	51.57190	51.73676	48.16331
32.78433	33.46665	31.72424	31.21596
38.46907	35.06757	37.49454	40.11762
39.06760	42.17638	42.64238	46.98391
39.28989	40.89495	42.74585	48.66535

Arquivo ANOVA COBRE Data 06/02/2013 Hora 08:51:55

EXPERIMENTO

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Fator1 (F1)	3	902275.95685	300758.65228	170.3586 **
Fator2 (F2)	3	1545551.60240	515183.86747	291.8155 **
Int. F1xF2	9	745213.10794	82801.45644	46.9012 **
Tratamentos	15	3193040.66720	212869.37781	120.5755 **
Resíduo	48	84741.31493	1765.44406	
Total	63	3277781.98212		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
3	48	4.2192	170.3586	<0.001
3	48	4.2192	291.8155	<0.001
9	48	2.8031	46.9012	<0.001
15	48	2.437	120.5755	<0.001

Fator 1 = TRAT

Fator 2 = TEMP

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias do fator 1

1	550.27620	a
2	375.11870	b
3	390.09310	b
4	214.77620	c

dms = 39.54868

Médias do fator 2

1	144.16870	d
2	358.18750	c
3	465.76810	b
4	562.14000	a

dms = 39.54868

MÉDIAS DE INTERAÇÃO

Fator 1 x Fator 2 (AxB)

		B			
A	-----				
	B1	B2	B3	B4	
A1	541.5125 aA	541.5125 aA	561.1075 aA	556.9725 bA	
A2	10.4650 bD	312.6875 bC	480.8900 bB	696.4325 aA	
A3	15.0775 bD	309.8750 bC	534.2675 abB	701.1525 aA	
A4	9.6200 bB	268.6750 bA	286.8075 cA	294.0025 cA	
dms para colunas = 79.0974		dms para linhas = 79.0974			
Classific.c/letras minúsculas		Classific.c/letras maiúsculas			

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

MG = 382.56609

Ponto médio = 396.21500

CV% = 10.98

DADOS

543.33	495.32	567.10	560.30
543.33	495.32	567.10	560.30
598.89	567.90	531.32	546.32
601.67	545.45	575.45	505.32
12.45	8.65	10.89	9.87
276.57	241.30	380.12	352.76
493.23	408.34	507.32	514.67
671.23	686.21	644.20	784.09
14.32	18.78	13.98	13.23
391.09	204.34	273.73	370.34
514.33	563.08	455.34	604.32
701.34	663.71	704.58	734.98
10.32	9.89	9.93	8.34
276.98	285.45	282.34	229.93
287.38	285.47	285.49	288.89
297.34	289.95	289.38	299.34

Arquivo ANOVA FERR Data 06/02/2013 Hora 08:50:11

EXPERIMENTO

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Fator1 (F1)	3	2957894.64103	985964.88034	128.1769 **
Fator2 (F2)	3	25520373.38453	8506791.12818	1105.8958 **
Int. FlxF2	9	9696126.50325	1077347.38925	140.0568 **
Tratamentos	15	38174394.52881	2544959.63525	330.8486 **
Resíduo	48	369226.44973	7692.21770	
Total	63	38543620.97854		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)
 * significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)
 ns não significativo (p >= .05)

GL	GLR	F-crit	F	p
3	48	4.2192	128.1769	<0.001
3	48	4.2192	1105.896	<0.001
9	48	2.8031	140.0568	<0.001
15	48	2.437	330.8486	<0.001

Fator 1 = TRAT
 Fator 2 = TEMP

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias do fator 1

1	978.21190	c
2	1477.61700	a
3	1526.16700	a
4	1293.41600	b

dms = 82.55260

Médias do fator 2

1	334.46940	c
2	1199.85300	b
3	1831.02400	a
4	1910.06600	a

dms = 82.55260

MÉDIAS DE INTERAÇÃO

Fator 1 x Fator 2 (AxB)

		B							
A	-----								
	B1		B2		B3		B4		

A1	961.0500	aA	961.0500	cA	976.5250	dA	1014.2220	dA	
A2	181.3300	bD	1179.3730	bC	2058.3930	bB	2491.3730	aA	
A3	173.7900	bD	1223.1350	bC	2547.3050	aA	2160.4380	bB	
A4	21.7075	bD	1435.8550	aC	1741.8730	cB	1974.2300	cA	

dms para colunas =			165.1052		dms para linhas =			165.1052	
Classific.c/letras minúsculas					Classific.c/letras maiúsculas				

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

MG = 1318.85297

CV% = 6.65

Ponto médio = 1332.19500

DADOS

800.01	1133.37	899.01	1011.81
800.01	1133.37	899.01	1011.81
975.19	973.24	982.28	975.39
1014.23	1013.25	1013.20	1016.21
108.33	301.67	223.65	91.67
1254.50	1126.29	1215.32	1121.38
1876.43	2123.45	2156.86	2076.83
2523.09	2409.87	2398.15	2634.38
181.89	171.34	166.26	175.67
1221.34	1221.98	1219.21	1230.01
2644.07	2437.12	2549.02	2559.01
2134.01	2154.02	2198.40	2155.32
23.32	21.98	21.21	20.32
1345.98	1487.09	1278.34	1632.01
1627.33	1754.69	1782.05	1803.42
1983.34	1967.46	1947.80	1998.32

Arquivo ANOVA FOSFORO Data 06/02/2013 Hora 08:43:50

EXPERIMENTO

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Fator1 (F1)	3	919.67070	306.55690	81.6980 **
Fator2 (F2)	3	1417.99385	472.66462	125.9661 **
Int. F1xF2	9	481.65725	53.51747	14.2625 **
Tratamentos	15	2819.32181	187.95479	50.0903 **
Resíduo	48	180.11122	3.75232	
Total	63	2999.43304		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)
 * significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)
 ns não significativo (p >= .05)

GL	GLR	F-crit	F	p
3	48	4.2192	81.698	<0.001
3	48	4.2192	125.9661	<0.001
9	48	2.8031	14.2625	<0.001
15	48	2.437	50.0903	<0.001

Fator 1 = TRAT
 Fator 2 = TEMP

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias do fator 1

1	12.34750	b
2	11.48687	b
3	10.99938	b
4	20.29437	a

dms = 1.82329

Médias do fator 2

1	5.94500	c
2	14.37187	b
3	16.85938	a
4	17.95188	a

dms = 1.82329

MÉDIAS DE INTERAÇÃO

Fator 1 x Fator 2 (AxB)

		B							
A	-----								
	B1		B2		B3		B4		

A1	12.1625	aA	12.2150	bA	12.8100	bA	12.2025	cA	
A2	0.3375	bB	13.9275	bA	15.1950	bA	16.4875	bA	
A3	0.3225	bC	11.8325	bB	15.1475	bAB	16.6950	bA	
A4	10.9575	aC	19.5125	aB	24.2850	aA	26.4225	aA	

dms para colunas =			3.6466		dms para linhas =			3.6466	
Classific.c/letras minúsculas					Classific.c/letras maiúsculas				

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

MG = 13.78203

Ponto médio = 14.48000

CV% = 14.06

DADOS			

12.15	12.63	11.49	12.38
12.63	12.36	11.49	12.38
13.34	11.76	10.58	15.56
13.40	14.12	12.45	8.84
.33	.24	.42	.36
11.82	14.10	13.84	15.95
17.67	13.43	16.15	13.53
18.33	17.52	15.65	14.45
.22	.34	.38	.35
13.49	11.33	10.39	12.12
17.85	12.24	16.33	14.17
18.23	15.47	15.88	17.20
10.31	12.42	9.40	11.70
19.13	24.53	19.08	15.31
22.08	26.13	26.27	22.66
22.37	28.41	28.74	26.17

Arquivo ANOVA MAT ORGANICA Data 06/02/2013 Hora 09:26:18

EXPERIMENTO

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Fator1 (F1)	2	1415.71154	707.85577	53.9104 **
Fator2 (F2)	3	483.39585	161.13195	12.2718 **
Int. F1xF2	6	141.03834	23.50639	1.7902 ns
Tratamentos	11	2040.14573	185.46779	14.1253 **
Resíduo	36	472.68829	13.13023	
Total	47	2512.83402		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	36	5.2491	53.9104	<0.001
3	36	4.3783	12.2718	<0.001
6	36	2.3641	1.7903	0.1288
11	36	2.786	14.1253	<0.001

Fator 1 = TRAT

Fator 2 = TEMP

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias do fator 1

1	61.75612 a
2	63.54497 a
3	51.23463 b

dms = 3.12835

Médias do fator 2

1	64.08309 a
2	58.18483 b
3	57.54021 b
4	55.57283 b

dms = 3.98190

MÉDIAS DE INTERAÇÃO

Fator 1 x Fator 2 (AxB)

B

A	B1	B2	B3	B4
A1	69.2706 aA	58.9745 aB	60.3092 aB	58.4703 aB
A2	70.1805 aA	64.1660 aAB	61.1228 aB	58.7105 aB
A3	52.7982 bA	51.4140 bA	51.1886 bA	49.5377 bA

dms para colunas = 6.2567 dms para linhas = 6.8969
 Classific.c/letras minúsculas Classific.c/letras maiúsculas

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

MG = 58.84524

CV% = 6.16

Ponto médio = 58.98871

DADOS

69.42530	70.97144	65.61166	71.07391
60.74654	59.12097	58.98456	57.04577
59.04298	63.95402	56.31553	61.92414
62.74623	62.01393	50.51130	58.60960
69.14819	69.72311	70.79552	71.05524
59.57822	62.93669	67.63358	66.51558
56.79521	59.91393	62.77439	65.00779
51.54248	60.88113	64.79896	57.61952
51.44841	48.50365	53.20163	58.03905
49.86472	48.56717	53.32115	53.90302
46.96668	49.24382	52.45780	56.08623
46.90351	48.11720	49.20906	53.92108

Arquivo ANOVA Mg Data 06/02/2013 Hora 08:41:49

EXPERIMENTO

QUADRO DE ANALISE

FV	GL	SQ	QM	F
Fator1 (F1)	3	74.20545	24.73515	9.6429 **
Fator2 (F2)	3	620.17554	206.72518	80.5909 **
Int. F1xF2	9	221.04001	24.56000	9.5746 **
Tratamentos	15	915.42101	61.02807	23.7915 **
Resíduo	48	123.12568	2.56512	
Total	63	1038.54669		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)
 * significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)
 ns não significativo (p >= .05)

GL	GLR	F-crit	F	p
3	48	4.2192	9.6429	<0.001
3	48	4.2192	80.5909	<0.001
9	48	2.8031	9.5746	<0.001
15	48	2.437	23.7915	<0.001

Fator 1 = TRAT
 Fator 2 = TEMP

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias do fator 1

1	8.64063 a
2	8.54313 a
3	8.50063 a
4	6.07750 b

dms = 1.50751

Médias do fator 2

1	2.54938 b
2	9.66375 a
3	9.79625 a
4	9.75250 a

dms = 1.50751

MÉDIAS DE INTERAÇÃO

Fator 1 x Fator 2 (AxB)

		B			
A	-----				
	B1	B2	B3	B4	

A1	8.5400	8.5400	9.3425	8.1400	
A2	0.6650	11.4800	10.8100	11.2175	
A3	0.6300	11.1050	11.0325	11.2350	
A4	0.3625	7.5300	8.0000	8.4175	

dms para colunas =	3.0150		dms para linhas =	3.0150	
Classific.c/letras minúsculas			Classific.c/letras maiúsculas		

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

MG = 7.94047

CV% = 20.17

Ponto médio = 8.10500

DADOS

7.45	9.73	8.57	8.41
7.45	9.73	8.57	8.41
9.16	8.78	8.34	11.09
7.34	9.09	8.85	7.28
.89	.41	1.03	.33
10.34	9.56	11.87	14.15
12.76	7.09	15.89	7.50
10.47	11.82	12.01	10.57
.70	.94	.32	.56
11.32	11.98	10.34	10.78
11.64	15.39	8.98	8.12
11.77	12.89	10.05	10.23
.34	.37	.33	.41
7.45	8.01	7.34	7.32
7.87	7.42	8.73	7.98
8.66	8.38	7.54	9.09

Arquivo ANOVA N Data 06/02/2013 Hora 08:30:56

EXPERIMENTO

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Fator1 (F1)	3	1975.01575	658.33858	946.6086 **
Fator2 (F2)	3	189.60997	63.20332	90.8785 **
Int. F1xF2	9	60.68066	6.74230	9.6946 **
Tratamentos	15	2225.30638	148.35376	213.3142 **
Resíduo	48	33.38260	0.69547	
Total	63	2258.68898		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)
 * significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)
 ns não significativo (p >= .05)

GL	GLR	F-crit	F	p
3	48	4.2192	946.6086	<0.001
3	48	4.2192	90.8785	<0.001
9	48	2.8031	9.6946	<0.001
15	48	2.437	213.3141	<0.001

Fator 1 = TRAT
 Fator 2 = TEMP

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias do fator 1

1	20.54005	a
2	7.15880	c
3	8.92516	b
4	7.34399	c

dms = 0.78495

Médias do fator 2

1	8.05627	c
2	11.50156	b
3	12.32604	a
4	12.08414	ab

dms = 0.78495

MÉDIAS DE INTERAÇÃO

Fator 1 x Fator 2 (AxB)

		B			
A	-----				
	B1	B2	B3	B4	

A1	20.4079 aA	20.4537 aA	20.9230 aA	20.3756 aA	
A2	3.5828 bcB	8.0161 bA	8.4049 cA	8.6314 cA	
A3	4.9062 bcC	9.3666 bB	11.1848 bA	10.2429 bAB	
A4	3.3281 cB	8.1697 bA	8.7915 cA	9.0866 bcA	

dms para colunas =	1.5699		dms para linhas =	1.5699	
Classific.c/letras minúsculas			Classific.c/letras maiúsculas		

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

MG = 10.99200

Ponto médio = 13.13278

CV% = 7.59

DADOS			

20.399730	20.817120	19.814030	20.600600
20.817120	20.583200	19.814030	20.600600
21.422280	20.055350	18.981840	23.232350
21.472790	22.071610	20.661410	17.296750
4.054798	3.803356	3.033217	3.439805
7.964745	7.859689	8.529791	7.710268
8.292213	8.191247	8.451319	8.684669
8.722973	8.588187	8.684669	8.529791
3.931075	5.099277	5.593369	5.001267
9.023729	9.422112	9.475183	9.545504
10.968110	11.507660	10.057830	12.205770
10.321090	10.074480	10.385900	10.190270
3.439805	3.293197	3.139783	3.439805
6.867998	8.231778	8.780124	8.799095
8.451319	8.391998	9.206875	9.115746
9.079047	8.893360	9.005217	9.368750

Arquivo ANOVA POTASSIO Data 06/02/2013 Hora 08:45:50

EXPERIMENTO

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Fator1 (F1)	3	719.34741	239.78247	77.1933 **
Fator2 (F2)	3	352.92744	117.64248	37.8727 **
Int. F1xF2	9	230.76780	25.64087	8.2546 **
Tratamentos	15	1303.04265	86.86951	27.9660 **
Resíduo	48	149.10045	3.10626	
Total	63	1452.14310		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

GL	GLR	F-crit	F	p
3	48	4.2192	77.1933	<0.001
3	48	4.2192	37.8727	<0.001
9	48	2.8031	8.2546	<0.001
15	48	2.437	27.966	<0.001

Fator 1 = TRAT

Fator 2 = TEMP

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias do fator 1

1	8.61188	b
2	7.35063	b
3	8.32875	b
4	15.76375	a

dms = 1.65891

Médias do fator 2

1	5.94688	b
2	11.31125	a
3	11.38688	a
4	11.41000	a

dms = 1.65891

MÉDIAS DE INTERAÇÃO

Fator 1 x Fator 2 (AxB)

		B			
A	-----				
	B1	B2	B3	B4	

A1	7.3825	9.1100	9.2250	8.7300	
A2	0.7250	8.3425	10.0250	10.3100	
A3	0.7925	10.1300	10.4925	11.9000	
A4	14.8875	17.6625	15.8050	14.7000	

dms para colunas =	3.3178		dms para linhas =	3.3178	
Classific.c/letras minúsculas			Classific.c/letras maiúsculas		

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

MG = 10.01375

Ponto médio = 10.02500

CV% = 17.60

DADOS			

8.14	7.53	7.84	6.02
8.41	9.35	9.48	9.20
8.70	9.19	7.98	11.03
8.15	9.02	8.34	9.41
.57	.95	.66	.72
5.21	6.74	10.13	11.29
7.45	8.23	10.89	13.53
8.53	9.46	10.91	12.34
.79	1.22	.50	.66
11.92	9.78	9.76	9.06
12.35	10.80	9.43	9.39
14.81	10.60	10.54	11.65
15.78	12.85	18.58	12.34
14.80	18.83	17.47	19.55
16.48	14.37	19.15	13.22
14.03	15.12	13.85	15.80

Arquivo ANOVA ZINCO Data 06/02/2013 Hora 08:56:19

EXPERIMENTO

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Fator1 (F1)	3	1027128.79183	342376.26394	226.8354 **
Fator2 (F2)	3	1244570.31274	414856.77091	274.8561 **
Int. F1xF2	9	538224.97550	59802.77506	39.6213 **
Tratamentos	15	2809924.08007	187328.27200	124.1110 **
Resíduo	48	72449.28742	1509.36015	
Total	63	2882373.36750		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)
 * significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)
 ns não significativo (p >= .05)

GL	GLR	F-crit	F	p
3	48	4.2192	226.8354	<0.001
3	48	4.2192	274.856	<0.001
9	48	2.8031	39.6213	<0.001
15	48	2.437	124.111	<0.001

Fator 1 = TRAT
 Fator 2 = TEMP

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias do fator 1

1	565.62500	a
2	363.96620	b
3	373.68560	b
4	208.36250	c

dms = 36.56802

Médias do fator 2

1	152.25560	d
2	374.97380	c
3	473.09440	b
4	511.31560	a

dms = 36.56802

MÉDIAS DE INTERAÇÃO

Fator 1 x Fator 2 (AxB)

		B			
A	-----				
	B1	B2	B3	B4	

A1	563.5825 aA	563.5825 aA	563.1775 aA	572.1575 aA	
A2	20.6225 bD	328.2025 bC	500.0075 aB	607.0325 aA	
A3	15.5275 bC	370.4200 bB	548.7575 aA	560.0375 aA	
A4	9.2900 bB	237.6900 cA	280.4350 bA	306.0350 bA	

dms para colunas =	73.1360		dms para linhas =	73.1360	
Classific.c/letras minúsculas			Classific.c/letras maiúsculas		

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

MG = 377.90984

Ponto médio = 310.66000

CV% = 10.28

DADOS

514.32	612.34	567.28	560.39
514.32	612.34	567.28	560.39
562.97	563.78	562.98	562.98
573.67	576.42	575.42	563.12
22.14	12.32	17.39	30.64
404.39	300.29	279.98	328.15
551.00	498.03	518.00	433.00
601.07	611.01	607.02	609.03
11.13	18.19	15.47	17.32
373.88	537.87	321.57	248.36
549.53	554.32	556.34	534.84
558.32	561.32	560.67	559.84
9.39	8.98	9.76	9.03
238.27	237.43	233.97	241.09
275.34	276.87	281.20	288.33
302.23	321.72	298.85	301.34