

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**FERMENTAÇÃO DOS DEJETOS SUÍNOS COM E SEM À ADIÇÃO DE
CASCA DE ARROZ:
EFEITO NA COMPOSIÇÃO MICROBIOLÓGICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Darlene Liara Curti Moraes

Itaqui, RS, Brasil

2012

Darlene Liara Curti Moraes

**FERMENTAÇÃO DOS DEJETOS SUÍNOS COM E SEM À ADIÇÃO DE
CASCA DE ARROZ: EFEITO NA COMPOSIÇÃO MICROBIOLÓGICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Prof: MSc. Carlos Alexandre Oelke

Itaqui, RS, Brasil

2012

Darlene Liara Curti Morais

**FERMENTAÇÃO DOS DEJETOS SUÍNOS COM E SEM À ADIÇÃO DE
CASCA DE ARROZ: EFEITO NA COMPOSIÇÃO MICROBIOLÓGICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Agronomia da Universidade Federal do
Pampa (UNIPAMPA), como requisito
parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 12 de novembro de
2012.

Banca examinadora:

Prof. MSc. Carlos Alexandre Oelke
Orientador
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Drº Eloir Missio
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Drº. Alexandre Russini
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Dedico este trabalho aos meus pais e irmãos, meus sobrinhos que tornam minha vida tão feliz, e meus amigos que estão sempre presentes em qualquer momento.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Msc. Carlos Oelke pela orientação e apoio para realização e desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso, além das demais atividades ao longo da graduação.

Aos demais professores, meu agradecimento por dividirem um pouco de seus conhecimentos comigo ao longo desses anos de graduação.

Ao meu namorado Alcides A.B Ramos, aos colegas sou grata por todas as experiências vividas e todas as ajudas que recebi dentro e fora da sala de aula e aos funcionários pelos serviços e atenção que sempre me concederam. Enfim a todos que fizeram parte dos meus dias nesses anos.

*“Eu sou do tamanho do que eu vejo, e
não do tamanho da minha altura”.*

Fernando Pessoa

RESUMO

FERMENTAÇÃO DOS DEJETOS SUÍNOS COM E SEM À ADIÇÃO DE CASCA DE ARROZ: EFEITO NA COMPOSIÇÃO MICROBIOLÓGICA

Autor: Darlene Liara Curti Morais

Orientador: Carlos Alexandre Oelke

Local e data: Itaqui, 12 de outubro de 2012.

A fermentação dos dejetos suínos é realizada para reduzir ou inativar os microrganismos patogênicos e sua toxicidade antes da aplicação ao solo. O esterco fresco ou não estabilizado pode alterar as características morfológicas das plantas, além de contaminar o meio ambiente como um todo, todavia o uso de esterco após a fermentação poderá apresentar um efeito sinérgico ao desenvolvimento fisiológico das mais diversas culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de fermentação dos dejetos suínos misturados ou não à casca de arroz, diante disso realizando as análises microbiológicas, especificamente de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Salmonella* sp. O experimento foi conduzido na granja I da Yargo Suinocultura, localizada na cidade de Itaqui-RS. Os dejetos dos suínos foram acondicionados em composteiras, o tratamento 1, foi de 100% de dejetos, que corresponde aos 70% do tratamento 2 e o tratamento 2 foi de 70% de dejetos e 30% de casca de arroz. Foram realizadas cinco repetições por tratamento, trabalhando-se assim com 10 composteiras. Cada repetição foi considerada uma unidade experimental. Diante das análises laboratoriais pode-se observar que não houve a presença de *Salmonella* sp em nenhum dos tratamentos, outro ponto em destaque foi a redução dos níveis de coliformes termotolerantes e totais, havendo também uma interação tratamento/dia para coliformes termotolerantes em ambos os tratamentos, contudo não sendo condizente com a legislação, onde o número mais provável por grama de matéria seca (NMP/g de MS) é de 1×10^3 .

Palavras-chave: Sistema de compostagem, suinocultura, manejo de dejetos.

ABSTRACT

FERMENTATION OF SWINE WASTE WITH AND WITHOUT THE ADDITION OF RICE HUSK: EFFECT OF THE COMPOSITION MICROBIOLOGICAL

Author: Darlene Liara Curti Morais

Advisor: Carlos Alexandre Oelke

Data: Itaqui, October 12, 2012.

The fermentation of manure is performed to reduce or inactivate pathogenic microorganisms and their toxicity prior to land application. The fresh manure or unstabilized can change the morphological characteristics of the plants, and contaminate the environment as a whole, however, the use of manure after fermentation may provide a synergistic effect to the physiological development of diverse cultures. The aim of this study was to evaluate the fermentation process of pig manure mixed or not with rice husk, before realizing that microbiological analyzes, specifically for total coliform, fecal coliform and Salmonella sp. The experiment was conducted at the farm I Yargo Pig, located in the city of Itaqui-RS. Waste of pigs were placed in composting, treatment 1 was 100% waste, which corresponds to 70% of treatment 2 and treatment 2 was 70% and 30% of waste rice husk. There were five replicates per treatment, thus working with 10 composters. Each repetition was considered an experimental unit. Before the laboratory tests it can be seen that there was no presence of Salmonella in any of the treatments, another highlighted was reduced levels of total coliforms and, also having an interaction treatment / day for coliforms in both treatments however it is not consistent with the law, where the most probable number per gram of dry matter (MPN / g DM) is 1×10^3 .

Keywords: Composting system, swine, manure management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Composteira sendo construída.	21
Figura 2: Estrutura experimental concluída.	22
Figura 3: Composteiras completas com a adição dos diferentes tratamentos (A – 100% Dejeito; B – 70% Dejeito + 30% Casca de arroz).	23
Figura 4: Os valores de pH realizados desde o dia 0, após a adição dos dejetos aos diferentes tratamentos até o dia 125.....	26
Figura 5: Evolução da temperatura durante o processo de estabilização da compostagem ao longo dos 125 dias, T1 70% + 30% casca de arroz, T2 100% dejetos.....	27
Figura 6: Os valores de pH realizados desde o dia 0, após a adição dos dejetos aos diferentes tratamentos até o dia 125.....	28
Figura 7: Evolução do percentual de umidade nos dias 0 a 125.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores médios encontrados de coliformes termotolerantes e totais..... 24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1. Tratamentos de dejetos	17
2.1.1 Produção e composição de dejetos	18
2.1.2 Compostagem de dejetos suíno	18
2.1.3 Características microbiológicas dos dejetos suínos	20
2.1.4 Casca de arroz	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1 pH, temperatura do composto e do ambiente e umidade	25
5. CONCLUSÃO	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o único país da América Latina incluído na lista dos 10 maiores produtores mundiais de carne suína, sendo responsável por 7,5% das exportações mundiais. O rebanho suíno nacional em 2009 foi estimado em 38.045 milhões de cabeças, sendo que os Estados do Sul responderam por 48,5% do efetivo brasileiro de suínos.

O sul do país, por constituir neste segmento a região mais tradicional e sede das empresas líderes de mercado, tem uma participação ainda maior no alojamento de matrizes industriais (rebanho tecnificado), nos abates sob o Sistema de Inspeção Federal (SIF) e nas exportações, além disso, em termos de dinâmica espacial, a região sul manteve nos últimos sete anos sua participação no rebanho nacional, aumentando suas exportações.

Os dejetos de suínos até a década de 70 não era um fator preocupante, pois a concentração de animais era pequena e o solo das propriedades tinha capacidade para absorver estes dejetos na forma de adubo orgânico. O desenvolvimento da suinocultura intensiva trouxe a produção de grandes quantidades de dejetos que 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. Os dejetos de suínos podem se constituir em fertilizantes eficientes na produção de grãos e de forragens, desde que adequadamente dosados e estabilizados antes de sua utilização.

A produção de suínos gera consideráveis quantidades de dejetos que são caracterizados pelos elevados teores de matéria orgânica e nutrientes. Segundo levantamentos apresentados na literatura, um suíno chega a excretar 6% do seu peso vivo, ao dia, em dejetos frescos, que, na maioria das vezes é coletado na forma líquida e aplicado diretamente no solo. Essa aplicação prolongada, aliada ao aumento do número de animais produzidos por área, pode levar a problemas como, contaminação fecal, liberação de metano e de outros gases indesejáveis para a atmosfera. O uso excessivo de água na limpeza das instalações de suínos leva à formação de efluente com baixa concentração de sólidos, sendo indicados, nessas condições, os sistemas anaeróbios de tratamento. Os dejetos suínos são eficazes para promover a adubação do solo e a nutrição das plantas ou mesmo para complementar a adubação mineral, porém cuidados no manejo desses resíduos são

indispensáveis para que a produção de alimentos não seja prejudicada. Os principais cuidados a serem considerados, são: a sanidade dos adubos orgânicos e a aplicação em quantidades adequadas, de forma a evitar prejuízos ao ambiente.

A fermentação da matéria orgânica presente nos esterco é realizada para reduzir ou inativar os microrganismos patogênicos e a toxicidade desses resíduos, antes de serem aplicados ao solo. Os esterco frescos ou não estabilizados podem esquentar e inibir a germinação de sementes e o alongamento de raízes, além de contaminar o operador, o solo e os vegetais. Por outro lado, o uso de esterco maduro pode ter efeito estimulador no crescimento de plantas em função da presença de nutrientes minerais, microrganismos benéficos, substâncias húmicas e as características físicas de um adubo orgânico estabilizado. A estabilidade ou maturidade é característica importante de qualidade para um adubo orgânico.

Para atingir a almejada sustentabilidade da suinocultura foram desenvolvidos vários métodos para o gerenciamento dos resíduos da atividade, cabendo destacar o uso de esterqueiras, bioesterqueiras, produção sobre cama, lagoas de tratamento, decantadores, peneiras, biodigestores, entre outros. Cada um dos sistemas apresenta aspectos positivos e negativos, sendo que na maioria dos casos o custo com sua implantação e manutenção, ultrapassa a capacidade de investimento do produtor. Assim desenvolveu-se um sistema alternativo para minimização do impacto ambiental, causado pela atividade suinícola, denominado de sistema de compostagem de dejetos suínos. O objetivo principal deste trabalho foi de avaliar o processo de fermentação dos dejetos suínos misturados ou não à casca de arroz e como objetivos específicos realizar as análises microbiológicas de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Salmonella* sp.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Tratamentos de dejetos

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 curso de água, ou para sua utilização como fertilizante. Por outro lado, a estratégia de armazenagem e uso de dejetos como fertilizante líquido, processo predominante na maioria das granjas, ainda que represente um avanço para questão ambiental, não pode ser considerado como um tratamento para as dejeções, mas sim, como uma armazenagem temporária. (DIESEL et al., 2002).

A reciclagem dos constituintes dos dejetos de suíno deve ser conduzida de uma forma harmônica, evitando maiores impactos ambientais. Para tanto o conhecimento da dinâmica da matéria orgânica e de outras substâncias presente no mesmo, assume um papel chave sobre a possibilidade de reaproveitamento dos resíduos provenientes da suinocultura, principalmente quando destino final é o solo na forma de adubo orgânico (EMBRAPA, 2006).

O manejo dos resíduos na forma líquida (possivelmente representa mais de 95% do total de dejetos suínos gerados no Brasil) apresenta alguns inconvenientes, como o elevado custo de armazenagem, tratamento e transporte, além de elevados riscos de contaminação dos recursos hídricos. Neste contexto, um dos grandes desafios para suinocultura é o desenvolvimento de processos que sejam viáveis, reduzam o potencial poluente e ao mesmo tempo aumentem o valor dos dejetos para uso agrônômico.

2.1.1 Produção e composição de dejetos

A concentração da suinocultura em algumas áreas e a falta de manejo, armazenamento e tratamento adequado dos dejetos produzidos, vêm causando sérios danos ao ambiente natural, em especial aos recursos hídricos, afetados diretamente pelo poder poluidor dos dejetos suínos. As características químicas e físicas dos dejetos estão diretamente relacionadas ao sistema de manejo adotado e à nutrição animal, sofrendo variações de concentração de acordo com a diluição à qual são submetidos e do sistema de armazenamento utilizado (EPAGRI, 1995).

Os coliformes fecais funcionam como indicador da qualidade da água e aparecem juntamente com outros patógenos transmissores de doenças. Segundo Perdomo (1998) a capacidade poluidora dos dejetos de suínos, em termos comparativos, é muito superior à de outras espécies, a exemplo da humana, isto somado ao fato de ser produzido em quantidade também muito superior, a quantidade média de dejetos produzidos por um suíno é de 10 a 12 vezes maior que as dejeções produzidas pelo homem.

2.1.2 Compostagem de dejetos suíno

O termo dejetos de suínos é utilizado para designar um conjunto de elementos que conferem a este algumas características peculiares. O dejetos é formado, basicamente, por fezes, urina, restos de ração e água, podendo ter outros elementos em menor quantidade como cerdas e restos de parição. Os dejetos produzidos pela atividade suinícola têm causado uma série de problemas ambientais devido a seu alto potencial poluidor. Várias alternativas de manejo e tratamento deste sub-produto da atividade têm sido desenvolvidas e testadas no sentido de mitigar seus efeitos sobre o meio ambiente. A compostagem é um processo de decomposição aeróbia controlada e de estabilização da matéria orgânica em condições que permitem o desenvolvimento de temperaturas termofílicas, resultantes de uma produção calorífica de origem biológica, com obtenção de um produto final estável, sanitizado, rico em compostos húmicos e cuja utilização no solo, não oferece riscos ao meio ambiente (EMBRAPA 2004). A eficiência do processo de compostagem está diretamente relacionada a fatores que proporcionam condições ótimas para que os

microrganismos aeróbios possam se multiplicar e atuar na transformação da matéria orgânica (VALENTE et al., 2009).

A utilização da compostagem para tratamento de dejetos de animais apresenta-se como uma boa alternativa de redução do impacto ambiental dos SPACs (Sistema de produção de animais confinados). A degradação de dejetos animais via compostagem apresenta a vantagem de redução do volume e peso do dejetos, produção de material estável sem geração de odores desagradáveis e com valor agrônômico, além da possibilidade de redução de alguns microrganismos patogênicos (DAÍ PRÁ et al., 2009).

A utilização de esterqueiras para armazenagem de dejetos de suínos se coloca como uma alternativa de baixo custo frente às alternativas, visando impedir que o dejetos percole ou lixivie pelo solo e seja carregado para os cursos d'água subterrâneos e superficiais. Estes sistemas devem ser dimensionados para um período mínimo de estocagem de 120 dias (levando-se em conta a legislação do estado de Santa Catarina), condições estas que permitem uma pequena estabilização do dejetos (KUNZ, 2004).

Normalmente, os dejetos líquidos apresentam um alto teor de água, oriunda de perdas nos bebedouros e entrada de água da chuva. Para obter um esterco de melhor qualidade é necessário que o produtor procure reduzir ao máximo o desperdício de água nos seus sistemas de produção e evite a entrada da água da chuva nos sistemas de coleta e armazenamento dos dejetos. Dependendo do sistema de criação adotado, o esterco de suínos pode ser armazenado na forma líquida ou sólida. A decomposição dos compostos orgânicos no depósito de armazenamento nesse caso ocorre na presença de oxigênio (tratamento aeróbio) ou na sua ausência (tratamento anaeróbio). Normalmente, o processo aeróbio é fundamental para a estabilização de esterco sólidos, enquanto que o processo anaeróbio presta-se mais para esterco líquidos. Em função dos atuais sistemas de produção de suínos utilizados o armazenamento dos dejetos é feito na forma líquida e, por isso, o processo mais importante para estabilização do líquame é a fermentação anaeróbia. Para armazenamento e estabilização do material são normalmente usadas esterqueiras convencionais, "bioesterqueiras" de dupla câmara, com alimentação e descarga contínua, e lagoas de estabilização (SCHERER et al., 1995).

2.1.3 Características microbiológicas dos dejetos suínos

Muitas bactérias patogênicas estão presentes em dejetos de animais. Os microrganismos patogênicos são capazes de sobreviver nesse meio e se disseminar através do solo e serem inseridos na cadeia alimentar humana. Pode existir à transferência de patógenos através de alimentos contaminados por dejetos de animais aplicados ao solo como fertilizantes (ISLAM et al., 2004). Doenças causadas por coliformes, salmonela, assim como a peste suína clássica podem advir de manejos inadequados dos resíduos líquidos aplicados ao solo. O correto manejo e a adoção de instalações adequadas são essenciais para prevenir a ocorrência e disseminação de doenças (MORÉS E ZANELLA, 2005). Sendo assim, tratá-los é uma maneira de minimizar os riscos de contaminação ambiental. Os sistemas de tratamento eliminam entre 90-99% dos microrganismos presentes nos dejetos (KOIVUNEN et al., 2003), porém, a redução pode ser menor, razão pela qual é importante conhecer a potencialidade de sobrevivência destes no ambiente, no intuito de minimizar os riscos potenciais à saúde humana e animal (SCHMIDT et al., 2007).

2.1.4 Casca de arroz

A casca de arroz é um resíduo agroindustrial, subproduto do beneficiamento do arroz, sendo o Brasil produtor de aproximadamente 11 milhões de toneladas de arroz, onde 46% do total são produzidos no Rio Grande do Sul. Como destino primário, a ser considerado está a compostagem da casca de arroz, reduzindo sua carga orgânica. Este método é empregado de forma indireta, pela maioria dos produtores de arroz, já que boa parte da casca gerada é depositada no solo como única forma de disposição deste resíduo (BELTRAME, 2006).

Outro destino dado à casca de arroz é a queima não controlada a céu aberto, emitindo grande quantidade de monóxido e dióxido de carbono (CO e CO₂, respectivamente), o aproveitamento total destes recursos agroindustriais, além de solucionar o problema ambiental pode gerar renda extra através da sua utilização direta, como a geração de energia termoelétrica ou através da obtenção de matéria prima para outros processos, como a produção de sílica a partir da cinza gerada na combustão da casca, ou de outros procedimentos (MAYER et.al., 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na granja I da Yargo Suinocultura, localizada na cidade de Itaqui-RS junto ao acesso Sul da BR-472 nos meses de janeiro a maio de 2012. Os dejetos líquidos dos suínos foram depositados em composteiras, com as seguintes dimensões 1,0 x 2,0 x 1,0 m, sendo que as mesmas foram dispostas em local protegido da chuva, pela instalação de telhado e paredes confeccionados com plástico transparente, similar a uma estufa utilizada para produção de hortaliça, conforme figuras 1 e 2.



Figura 1 - Composteira sendo construída.



Figura 2 - Estrutura experimental concluída.

Neste experimento foram utilizados dois tratamentos. A referência utilizada para a distribuição dos dejetos e da casca de arroz foi à altura da composteira, sendo que a altura adotada foi de 78 cm em ambos os tratamentos. No tratamento 1 as composteiras receberam 1,56 m³ de dejetos, já, no tratamento 2 as composteiras receberam 1,1 m³ de dejetos e 60 kg de casca de arroz, que correspondeu a uma altura de 23 cm, ficando assim com altura final de 78 cm (FIGURA 3). Foi utilizado um total de 13, 3 m³ de dejetos e 300 kg de casca de arroz.

Foram realizadas cinco repetições para cada tratamento, trabalhando-se assim com 10 tanques de armazenamento. Cada repetição foi considerada uma unidade experimental. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. A análise estatística foi realizada com o uso de contrastes ortogonais. Após a colocação dos dejetos e da casca de arroz nas composteiras, procedeu-se à homogeneização do composto e, em seguida, fez-se à coleta das amostras, que foram enviadas a laboratório terceirizado para se proceder as análises de coliformes totais, coliformes termotolerantes e salmonella, assim como a umidade do composto.

A temperatura no interior das composteiras foi medida diariamente às 15h com termômetro digital de haste longa, também diariamente mediu-se o pH com

PHmetro digital, além disso foi colocado no interior das instalações um termômetro digital que fez a medição da temperatura ambiente de hora em hora.



Figura 3 – Composteiras completas com a adição dos diferentes tratamentos (A – 100% Dejeito; B – 70% Dejeito + 30% Casca de arroz).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 observa-se que houve interação entre o tratamento e o dia para os coliformes termotolerantes (NMP/100ml), havendo uma redução na quantidade dos mesmos nos tratamentos 1 (100% dejetos) e 2 (70% dejetos e 30% casca de arroz) no dia 0 até o dia 125 (final do experimento). Em relação aos coliformes totais (NMP/100ml) não observou-se interação entre o tratamento versus dia.

Tabela 1- Valores médios encontrados de coliformes termotolerantes e totais.

		Coliformes	
		Termotolerantes¹	Coliformes Totais¹
Tratamentos			
1		1.063.075,00	2.596.000,00
2		3.459.700,00	3.851.587,50
Dia			
Dia 0		4.000.450,00	4.873.000,00
Dia 125		522.325,00	1.574.587,50
Interação			
Tratamento	Dia		
1	0	1.172.900,00	2.732.000,00
1	125	953.250,00	2.460.000,00
2	0	6.828.000,00	7.014.000,00
2	125	91.400,00	689.175,00
Probabilidades			
Tratamentos		0,57	0,26
Dia		0,14	0,07
Tratamento*dia ³		0,08	0,40
C.V. (%) ²		19,72	17,05

¹Número mais provável (NMP/100ml)

²Coeficiente de variação (%)

³Interação

A Fundação de Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (FATMA), segundo Portaria nº 002/03, define que para ser aplicado no solo, o dejetos de suíno deve permanecer armazenado por um período de no mínimo 120 dias. Este armazenamento é importante ao garantir, por anaerobiose, a decomposição do material carbonáceo, a transformação de compostos nitrogenados, a adsorção do fósforo e a redução dos microorganismos patogênicos (FATMA, 2003). No entanto, no presente estudo observou-se que embora os dejetos em ambos os tratamentos tenham ficado 125 dias armazenados, ou seja, acima dos 120 dias recomendados pela FATMA (2003) não houve uma redução eficiente na contagem final de microrganismos, exceto para a *Salmonella* sp, que não foi encontrada nos dejetos. Em Santa Catarina, os números de referência para os limites máximos permitidos para coliformes termotolerantes e *Salmonella* sp são referendados pela instrução normativa SDA nº27, de 05 de junho de 2006, onde o número mais provável por grama de matéria seca (NMP/g de MS) é de 1×10^3 para coliformes termotolerantes e de ausência em 10g de MS para *Salmonella* sp. Nos tratamentos um e dois os valores observados ficaram em torno de 9×10^7 e 9×10^6 , ficando acima dos valores de referência.

ORRICO JR. et al. (2004) verificaram reduções significativas do NMP de coliformes totais e fecais durante a compostagem de cama de frangos + carcaças de aves, demonstrando que houve eficiência do processo na remoção de coliformes, sobretudo fecais, durante o período de enleiramento. As reduções observadas foram de aproximadamente 100,0%.

4.1 pH, temperatura do composto e do ambiente e umidade

Conforme pode ser observado na Figura 4 os valores de pH do material no experimento aumentou durante o processo de compostagem. Este comportamento era esperado, uma vez que o pH é uma variável indicativa do grau de estabilização e maturação do material compostado.

A faixa de pH considerada ótima para o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela compostagem situa-se entre 5,5 e 8,5, uma vez que a maioria das enzimas encontram-se ativas nesta faixa de pH (RODRIGUES et al., 2006).

Os ácidos orgânicos e os traços de ácidos minerais que se formam reagem com bases liberadas da matéria orgânica, gerando compostos de reação alcalina, ocorre também à formação de ácidos húmicos, que também reagem com os

elementos químicos básicos, formando humatos alcalinos, desta forma, o pH do composto aumenta a medida que o processo se desenvolve, atingindo muitas vezes, níveis superiores a 8,0 (KIEHL, 2004).

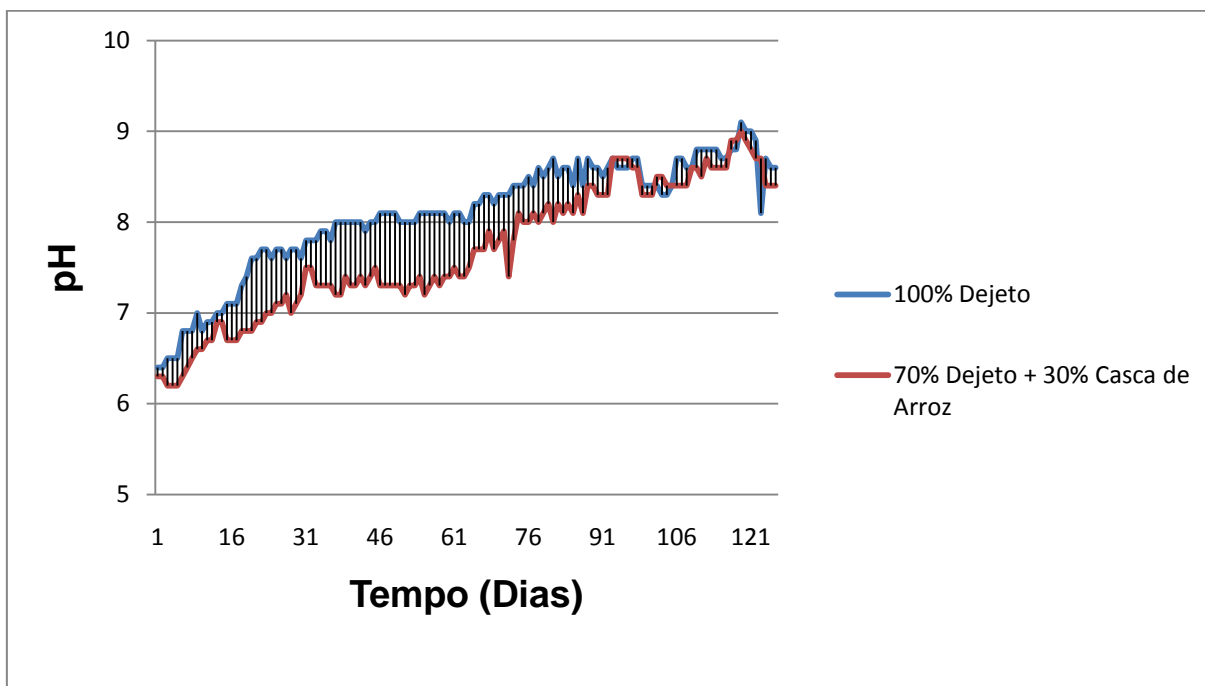


Figura 4 - Valores de pH observados durante os 125 dias da duração do experimento.

A temperatura é considerada um importante indicador da eficiência do processo de compostagem, estando intimamente relacionada com a atividade metabólica dos microrganismos, a qual é diretamente afetada pela taxa de aeração (PEREIRA NETO, 1988). Segundo Tiquia et al., (1997) estudando a compostagem da mistura de dejetos de suínos e serragem concluíram que a aferição da temperatura é um parâmetro que pode indicar a taxa de decomposição e a maturidade do composto, sendo considerado maduro, quando a temperatura do mesmo atingir valores próximos a temperatura ambiental. Todavia, a temperatura do composto durante a compostagem é afetado por fatores como a umidade do substrato, a disponibilidade de nutrientes, bem como o tamanho das leiras, entre outros, assim não se pode afirmar que o composto estará maduro, quando a temperatura da biomassa atingir valores próximos à temperatura ambiente.

Por sua vez, a diminuição da temperatura da biomassa, poderá ocorrer em função de uma redução da umidade e/ou de uma menor concentração de nutrientes

no substrato e/ou, ainda, devido a um menor tamanho das leiras, o que segundo Pereira Neto (2007), proporciona uma maior perda de calor para o ambiente, dessa forma, a temperatura pode ser sim, um indicativo do equilíbrio microbiológico no interior da biomassa, que é proporcionado pela inter-relação entre estes fatores.

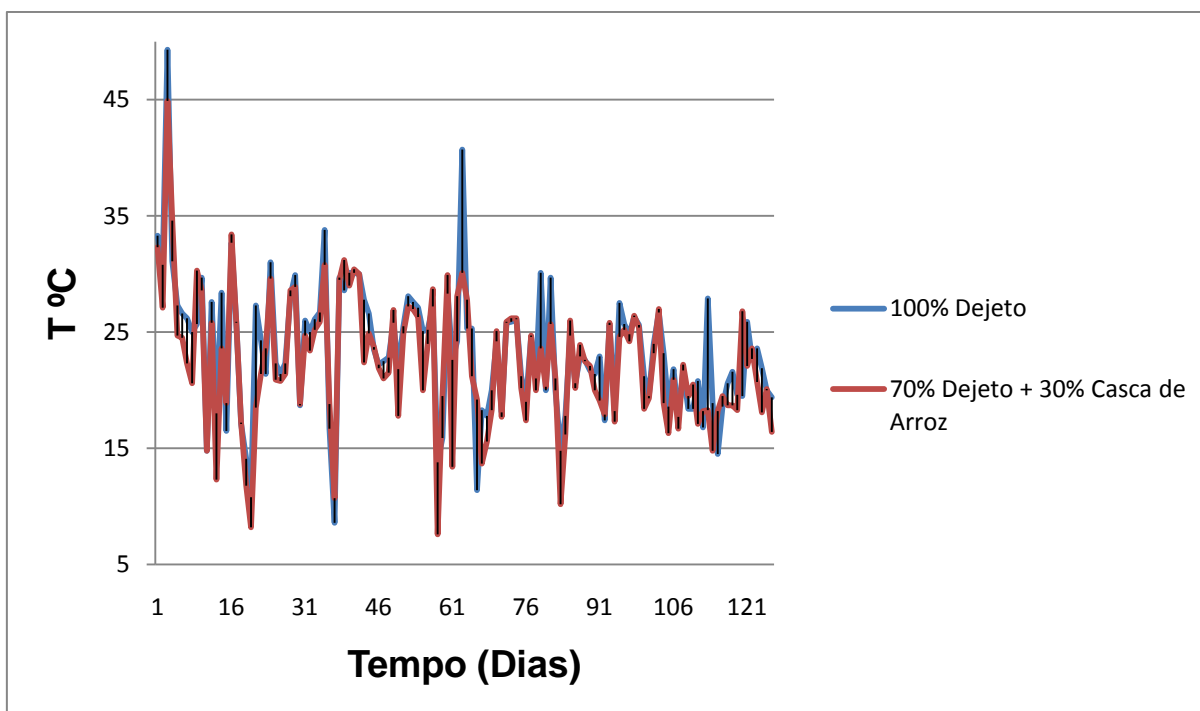


Figura 5 - Evolução da temperatura do composto durante o processo de estabilização da compostagem ao longo dos 125 dias, T1 70% + 30% casca de arroz, T2 100% dejetos.

Verificou se que a temperatura da biomassa nos tratamentos 1 e 2 apresentou variações no decorrer do período estudado, onde as médias de temperatura do tratamentos 1 e 2 mostram que ocorreu variações na faixa de 20 a 30°C no decorrer do experimento, tendo uma alta temperatura em um determinado dia somente, em torno de 49°C no tratamento 1 (100% dejetos) e 45°C no tratamento 2 (70% dejetos e 30% casca de arroz).

Tang et al. (2004) afirmam que, como o metabolismo dos microrganismos é exotérmico, parte do calor gerado durante a oxidação da matéria orgânica acumula-se no interior da leira, elevando a temperatura de 25 para 40-45° C, em um período de dois a três dias. Desta forma, Bidone (2001) considera a elevação da temperatura um indicativo do equilíbrio microbiológico no interior da biomassa, a qual, segundo

Valente et al. (2009), é proporcionada pela inter-relação entre esses fatores, sendo afetados pelo manejo adotado durante a compostagem.

Com a manutenção das temperaturas entre 40 e 60°C ocorre o desenvolvimento de uma população microbiótica diversificada, que estimularão a competição entre as espécies, o aumento da taxa de decomposição da matéria orgânica e a eliminação dos microorganismos patogênicos, originando-se um produto seguro do ponto de vista bacteriológico (PEREIRA NETO, 1988).

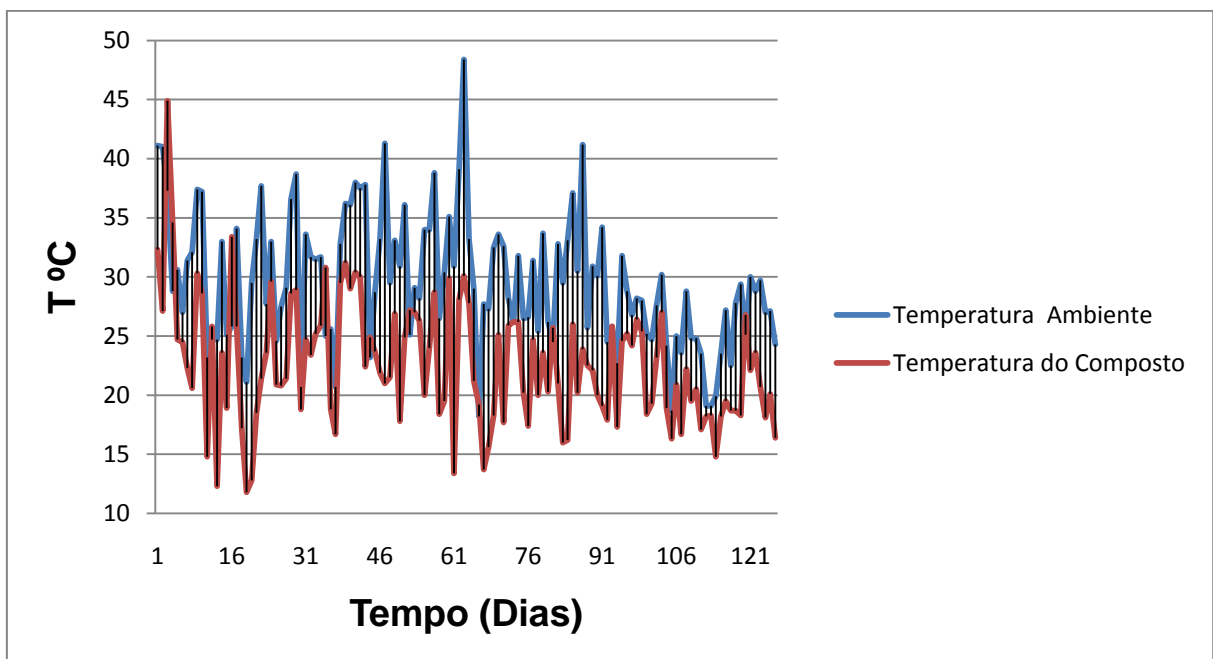


Figura 6 - Perfil das temperaturas do composto e ambiente nos dias 0 a 125.

Na Figura 6 observa-se a temperatura ambiente e do composto durante o período de 125 dias, sendo que a temperatura do composto se mostrou inferior a temperatura ambiente.

A 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 esta diretamente relacionada ao suprimento de oxigênio, o que também afeta a atividade microbiana. Valores baixos de umidade podem inibir o processo biológico, trazendo a estabilidade física, porém instabilidade biológica. Por outro lado, umidade alta pode promover condições de anaerobiose, também sendo indesejável aos

microrganismos (KIEHL, 2004). Sendo que a considerada ideal para a compostagem varia entre 50 e 60% (STENTIFORD, 1996 citado por TIQUIA et al., 1998; RODRIGUES et al., 2006). A umidade interfere também indiretamente na temperatura do processo de compostagem, que é uma consequência da atividade metabólica dos microrganismos.

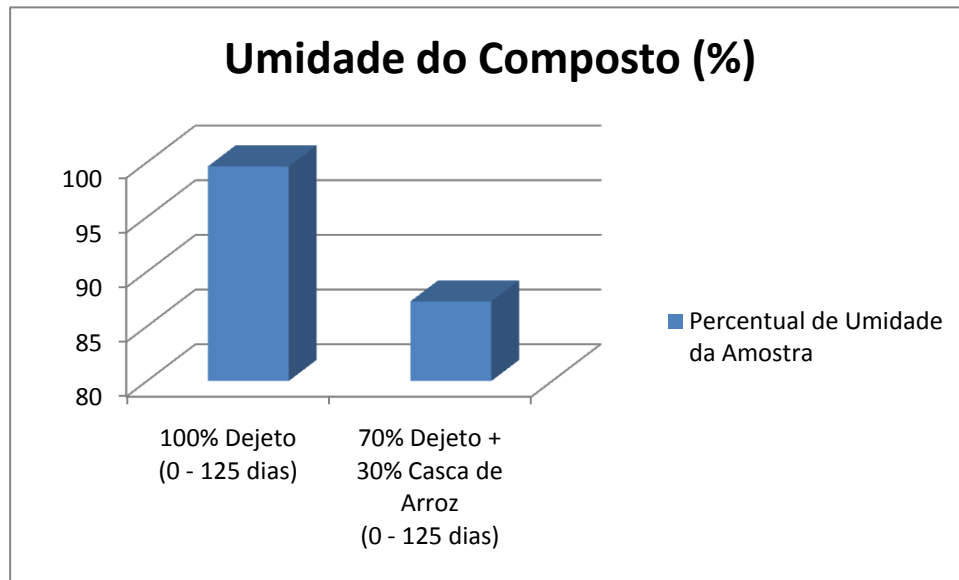


Figura 7- Evolução do percentual de umidade nos dias 0 a 125 de duração do experimento.

Segundo Dorffer (1998), trabalhando com estações de compostagem para o tratamento dos dejetos suínos, utilizando maravalha, cama aviária e serragem determinou que estas eram adequadas em relação ao seu tempo de volatilização total da fração líquida, a qual descrevia como tempo médio de evaporação de 96 dias e máximo de 125. Isso não ocorreu nas condições descritas no experimento, haja vista que os teores de umidade são elevados desde o início, influenciando na diminuição dos coliformes em ambos os tratamentos, como demonstrado na Figura 7. Turner (2002) avaliando a inativação de organismos patogênicos na compostagem de dejeito de suíno com o uso de palha observou que a inativação dos microrganismos não é meramente dependente da temperatura, sendo influenciada também por outros fatores, como umidade e natureza das matérias-primas, 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 esta 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 (BELTRAME, 2006).

TIQUIA et al. (1996) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a atividade microbiana em compostagem de cama de suínos, em função do teor de umidade, realizaram para tal um experimento com três níveis diferentes de umidade (50, 60 e 70%). Os resultados indicaram um efeito significativo do percentual de umidade sobre a atividade microbiana e a temperatura da biomassa. Umidade na ordem de 50 a 60% produz uma atividade microbiana significativamente maior, do que quando o nível de umidade está em torno de 70%. No processo de decomposição da matéria orgânica, a umidade garante a atividade microbiológica. Isso porque, entre outros fatores, a estrutura dos microrganismos consiste de aproximadamente 90% de água e na produção de novas células, a água precisa ser obtida do meio, no caso, da massa de compostagem. Além disso, todo o nutriente necessário para o desenvolvimento celular precisa ser dissolvido em água, antes de sua assimilação (ALEXANDER, 1977).

5. CONCLUSÃO

Diante da metodologia utilizada no experimento e descrita acima, podemos observar que o método não é eficiente para a redução dos valores máximos permitidos pela legislação, nem para coliformes termotolerantes nem para os coliformes totais. Portanto são inapropriados para utilização, aplicação e/ou recomendação do mesmo como aditivo, corretivo ou fertilizante orgânico. Com isso foi determinado que a metodologia utilizada deverá ser adequada para que se possa obter um resultado mais eficiente à campo, dessa forma recomenda-se um volume maior de casca de arroz bem como a sua trituração, além do revolvimento diário e a menor quantidade de água contida no dejetos líquido.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, M. 1977. **Introduction to soil microbiology**. 2 ed. New York, John Wiley & Sons, 467 p.

AZEVEDO, M. A. **Estudo e avaliação de quatro modos de aeração para sistemas de compostagem em leiras**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1993. 230p.

BARRINGTON, S., D. CHOINERE, M. TRIGUI AND W. KNIGHT. 2002. **Effect of carbon source on compost nitrogen and carbon losses**. *Bioresource Technol.*, 83: 189-194.

BELTRANE, K.G. e F.J.P. de C. Carvalho. 2006. **Comparação de padrões de qualidade de composto orgânico entre diferentes países**. In: C.A. Spadotto e W. Ribeiro (orgs.). *Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria*. FEPAF. Botucatu. p. 118-137.

BIDONE, F.R.A. *Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: Eliminação e valorização*. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES. Rio de Janeiro. Brasil. 2001

DAI PRÁ, M. A. *et.al*, **Compostagem como alternativa para gestão ambiental na produção de suínos**. 1º Edição. Santa Catarina: Edigraf, 2009. 141p.

DAI PRÁ, M. A. *et.al*,. **Desenvolvimento de um sistema de compostagem para o tratamento de dejetos de suínos**. 2006. 125p. Dissertação (Mestrado), Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

DANIEL, G. **Controle da poluição proveniente dos dejetos da suinocultura, reaproveitamento e valoração dos subprodutos**. Curitiba: PUC, 2005. 59p. Trabalho Conclusão Curso.

DIESEL, R. et.al., **Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos**. Boletim Informativo de Pesquisa—Embrapa Suínos e Aves e Extensão—EMATER/RS. BIPERS. 2002.

DORFFER, M. **Le compostagem accessible aux gros excédents**. Porc Magazine, N. 314, p. 129 – 130, 1998.

EPAGRI. **Aspectos práticos do manejo de dejetos suínos**. Florianópolis: EPAGRI/EMBRAPA - CNPSA. 1995. 106p.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA – FATMA. DECRETO Nº 19.380/1983. Disponível na internet: [http://: www.sc.gov.br/webfatma](http://www.sc.gov.br/webfatma). Acessado em 22 de maio de 2012.

IBGE - **Pesquisa Trimestral do Abate de Animais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp> Acesso em 22 de maio de 2012.

ISLAM, M. et al. Fate of Salmonella enterica serovar Typhimurium on carrots and radishes grown in fields treated with contaminated manure composts or irrigation water. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 70, n. 4, p. 2497-2502, Apr. 2004. Disponível em: <http://www.aem.asm.org/cgi/reprint/70/4/2497> Acesso em: 22 de maio de 2012.

KIEHL, E.J **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 4ª ed. E. J. Kiehl. Piracicaba. 171 p. 2004

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: [s.n.], 171p. 1998.

KOIVUNEN, J. et.al., Elimination of enteric bacteria in biological-chemical wastewater treatment and tertiary filtration units. **Water Research**, New York, v. 37, p. 690-698, Feb. 2003.

KONZEN, E. A. **Manejo e utilização de dejetos suínos**. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1997. 32p. (EMBRAPA - CNPSA. Circular Técnica, 6). 2003.

KUNZ, A. et.al., **Recomendações para uso de esterqueiras para armazenagem de dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2004, 6p. (EMBRAPA-CNPSA. Comunicado Técnico, 361).

KUNZ, A.; SCHIERHOLD NETO, G. F.; NUNES, L. M. A.; OLIVEIRA, P.A.V. **Estudo da relação maravalha/dejeto a diferentes umidades para incorporação de lodo de dejeto de suínos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2004, Florianópolis. Anais. 2004. p4.

LELIS, M. P. N. e PEREIRA NETO, J. T., 1999: “A Influência da Umidade na Velocidade de Degradação e no Controle de Impactos Ambientais da “compostagem”. **Anais**. Artigo apresentado no XX Congresso ABES – 1999 Rio de Janeiro-RJ, 10 p.

MAYER, D.F; **Gestão Energética, Econômica e Ambiental do Resíduo Casca de Arroz em Pequenas e Médias Agroindústrias de Arroz**, Bauru, p.1-11, 2006.

MIELE, M. **Estrutura e coordenação na suinocultura: A relação entre contratos de integração, especialização, escala de produção e potencial poluidor dos estabelecimentos suinícolas do Alto Uruguai Catarinense**. 2006. 277p. Tese (Doutorado), Universidade Feral do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

MORÉS, N.; ZANELLA, J.C. **Perfil sanitário da suinocultura no Brasil**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005. Disponível em <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_x1b40v7z.pdf > Acesso em: 22 maio 2012.

OLIVEIRA, P. A. V. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 109 p. (PNMA II).

OLIVEIRA, P. A. V. **Programas eficientes de controle de dejetos na suinocultura**. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 1., 2002, Foz do Iguaçu. Anais. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002. p.143-158p.

OLIVEIRA, P. A. V. ET.al., **Compostagem usada para o tratamento dos dejetos de suínos**. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2.; CONGRESSO DE SUINOCULTURA DO MERCOSUL, 4., 2004, Foz do Iguaçu. Anais. Campinas: Editora Animal/World, 2004. p.522-523.

OLIVEIRA, P. A. V. de. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 109 p. (PNMA II).

ORRICO J.R. et.al., **Perda de nitrogênio e redução de carbono orgânico durante o processo de compostagem dos resíduos gerados na avicultura de corte**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, 2004, Campo Grande, MS. Anais... Campo Grande: SBZ, 2004. Disponível em Cd ROM.

PERDOMO, C. C. et al. **Considerações Sobre a Questão dos Dejetos e o Meio Ambiente**. Brasília: Embrapa, 1998. 388 p.

PEREIRA NETO, J. T., 1996: **Manual de Compostagem**. Belo Horizonte – UNICEF – 56 p.

PEREIRA NETO, J.T.. **Monitoramento da eliminação de organismos patogênicos durante a compostagem de resíduos urbanos e lodo de esgoto pelo sistema de pilhas estáticas aeradas**. Engenh. Sanit., 27: 148-152. 1988

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

RICO, J.L et.al., **Characterization of solid and liquid fractions of dairy manure with regard to their component distribution and methane production.** Bioresource Technology, Oxford, v.98, n.5, p.971-979, 2006.

RODRIGUES, M.S. et.al., **Compostagem: reciclagem de resíduos sólidos orgânicos.** In: Spadotto, C.A.; Ribeiro, W. Gestão de Resíduos na agricultura e agroindústria. FEPAF. Botucatu. p. 63-94. 2006.

SANTA CATARINA. **Instrução Normativa SDA nº27, de 05-06-2006.** A FATMA disciplina o ordenamento e a tramitação dos processos de licenciamento ambiental e dá outras providências. Diário Oficial, Florianópolis, 09 jun. 2006. p.15-16.

SEDIYAMA, M. A. N. *et.al.*, **Fermentação de esterco de suínos para uso como adubo orgânico.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande – PB, v. 12, n. 6, p. 638-644, 2008.

SEGANFREDO, M.A. (Coord.).Gestão Ambiental na Suinocultura. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. v.1, cap.11, p.261-286.

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T. **Aproveitamento dos dejetos de suínos como fertilizante.** Dia de campo sobre manejo e utilização de dejetos de suínos. EMBRAPA-CNPSA, 1994.

SCHERER, E.E. **Aproveitamento do esterco de suíno como fertilizante.** EPAGRI, Chapecó, p. 91-101, 2005.

SCHERER, E.E.; BALDISSERA, I.T; ROSSO, A. de. Utilização dos dejetos suínos como fertilizante. In: Florianópolis: EPAGRI/EMBRAPA-CNPSA, 1995.
EPAGRI. Aspectos práticos do manejo de dejetos.106p.

SCHMIDT, V. **Sobrevivência de microrganismos mesófilos e perfil-químico em estação de tratamento de dejetos suínos.** 2002. 120 f. Tese (Doutorado em

Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SCHMIDT, V.et.al., **Segurança sanitária durante a produção, o manejo e a disposição final de dejetos suínos**. In: SEGANFREDO, M.A. (Coord.).Gestão Ambiental na Suinocultura. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. v.1, cap.11, p.261-286.

STENTIFORD, E.I. et.al., **Diversity of Composting System**. In: **Low Cost Composting** - Research Monographs in Tropical Public Health Engineering. University of Leeds, Edited by D. D. Mara. March, 1996.

SANTA CATARINA. **Portaria nº002/03, de 09-01-2003**. A FATMA disciplina o ordenamento e a tramitação dos processos de licenciamento ambiental e dá outras providências. Diário Oficial, Florianópolis, 16 jan. 2003. p.75-80.

TAM, N. F. Y.; TIQUIA, S. **Assessing toxicity of spent pig litter using a seed germination technique**. *Resources, Conservation and Recycling*, v.11, p.261-274, 1994.

TANG, J.C. et.al., Changes in the microbial community structure during thermophilic composting of manure as detected by quinone profile method. *Process Biochem.* 2004.

TIQUIA, S.M. et.al., **Effects of turning frequency on composting of spent pig-manure sawdust litter**. *Bioresource Technol.*, 62: 37-42. 1997.

TIQUIA, S.M., TAM, N.F.Y. **Salmonella elimination during composting of spent pig litter**. *Bioresource Technol.*, 63: 193-196. 1998.

TURNER, C. **The thermal inactivation of *E. coli* in straw and pig manure**. *Bioresource Technology*, v. 84, p.57-61, 2002.

WU, L.; MA, L. Q. **Effects of sample storage on biosolids compost stability and maturity evaluation.** Journal of Environmental Quality, v.30, p.222-228. 2001.

VALENTE, B.S. et.al., **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos.** Pelotas, RS, v 58. 2009.