

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

DIONAS DE FREITAS BOCK

**COMPOSIÇÃO MICROBIOLÓGICA DE DEJETOS SUÍNOS COM E SEM A
ADIÇÃO DE CASCA DE ARROZ SUBMETIDA À SECAGEM ESPONTÂNEA**

Itaqui, RS, Brasil

2013

DIONAS DE FREITAS BOCK

**COMPOSIÇÃO MICROBIOLÓGICA DE DEJETOS SUÍNOS COM E SEM A
ADIÇÃO DE CASCA DE ARROZ SUBMETIDA À SECAGEM ESPONTÂNEA**

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

Orientador: MSc. Carlos Alexandre Oelke

Itaqui, RS, Brasil

2013

DIONAS DE FREITAS BOCK

**COMPOSIÇÃO MICROBIOLÓGICA DE DEJETOS SUÍNOS COM E SEM A
ADIÇÃO DE CASCA DE ARROZ SUBMETIDA À SECAGEM ESPONTÂNEA**

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.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: ____/____/____ .

Banca examinadora:

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

Prof. Dr. Eduardo Bohrer de Azevedo
UNIPAMPA

Prof. Dr. Luciana Zago Ethur
UNIPAMPA

Dedico este trabalho aos meus pais, Edmar e Eliani, aos meus irmãos William e Stevam, e minha namorada Dalana, que são os maiores incentivadores e fontes inesgotáveis de apoio, amor e compreensão.

AGRADECIMENTO

A Yargo Suinocultura, em especial ao Sr. Alceu e a Sra. Eliane que viabilizaram a execução desse projeto, nos fornecendo toda estrutura necessária, além de arcarem com os custos das análises microbiológicas.

Ao Prof. MSc Carlos Alexandre Oelke pela orientação e pelos inesgotáveis ensinamentos.

A todos os colegas de curso pelo convívio e pelos momentos de amizade em especial ao Alex Zanella, Dalana N. Farias, Gabriel B. Flores, Juliano Pazini e Robson A. Botta.

Ao professor Dr. Fernando F. da Silva, por ter me orientado na escolha do curso de Agronomia.

A Médica Veterinária Ana Aurea. P. B., pelo apoio e incentivo para ingressar na UNIPAMPA.

Aos professores do curso de agronomia, pela forma de conduzir o curso em todas as etapas.

À Universidade Federal do Pampa pela oportunidade de realização do curso de graduação.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

“No meio de toda dificuldade encontra-se a oportunidade”.

Albert Einstein

RESUMO

Análise da composição microbiológica de dejetos suínos com e sem a adição de casca de arroz submetida à secagem espontânea

Autor: Dionas de Freitas Bock

Orientador: MSc. Carlos Alexandre Oelke

Local e data: Itaqui, 07 de outubro de 2013.

O objetivo deste trabalho foi de avaliar dois processos de fermentação anaeróbica de dejetos líquidos de suínos com e sem a adição de casca de arroz, analisando a característica microbiológica, identificando-se assim o tempo de fermentação que apresentou melhor influência sobre estabilização do composto. Além disso, avaliou-se o processo de secagem espontânea dos dejetos, a fim de avaliar sua viabilidade. O experimento foi conduzido entre o período de janeiro de 2012 à fevereiro de 2013, na granja I da empresa Yargo® Suinocultura, localizada na cidade de Itaqui-RS. O experimento foi executado no interior de uma instalação com proteção em polietileno transparente, piso e muros internos e externos fabricados em alvenaria. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos e cinco repetições, sendo que, o tratamento 1 contou com 1,56 m³ de dejetos e o tratamento 2 contou com 1,1 m³ de dejetos, e mais 60 kg de casca de arroz. Foram coletadas amostras no dia 0, 125 e no período superior a 267 dias, sendo que, as amostras foram enviadas a um laboratório terceirizado para se proceder as análises de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Salmonella* sp. Do início do experimento até os 161 dias, diariamente as 15:00 horas foram verificadas as variáveis de pH, evaporação, temperatura do composto e do ambiente. De acordo com os resultados observou-se que durante o processo de fermentação os teores do pH não sofreram grandes variações, o que caracteriza um processo eficiente. Já para a temperatura se observou uma ampla oscilação térmica, podendo-se dizer que a temperatura do composto favoreceu o desenvolvimento dos microrganismos psicrófilos e mesófilos. Ainda, foi possível observar que o tratamento com casca de arroz teve uma redução na perda de umidade maior até os 81 dias, após este período pode-se observar que a curva de evaporação manteve-se semelhante para ambos os tratamentos. O resultado das análises para coliformes termotolerantes e totais, mostraram que não houve interação entre os tratamentos e os diferentes períodos de avaliação. Não houve diferença significativa entre os tratamentos com e sem casca de arroz para as variáveis coliformes termotolerantes e coliformes totais, no entanto, os diferentes dias apresentaram diferença significativa tanto para os coliformes termotolerantes, bem como para os coliformes totais. Manter o dejetos em um único local, objetivando a secagem, e conseqüentemente a redução da contagem de coliformes mostrou-se ser um processo ineficiente, e apresentando uma acentuada carga de coliformes totais e termotolerantes ao final do processo.

Palavras-chave: microrganismo, fertilizante orgânico, fermentação.

RESUMEN

Análisis de la composición microbiológica de estiércol de cerdo con y sin la adición de cáscara de arroz sometido a secado espontáneo

Autor: Dionas de Freitas Bock

Asesor: MSc. Carlos Alexandre Oelke

Lugar y fecha: Itaqui, 07 de Octubre de 2013.

El objetivo de este estudio fue evaluar dos procesos de fermentación anaerobia de purines de cerdos con y sin la adición de cáscara de arroz, el análisis de las características microbiológicas, identificando así el tiempo de fermentación mostró que melior influencia estabilizadora en el compuesto. Além disso, avaliou-se o processo de secagem espontânea dos dejetos, a fim de avaliar sua viabilidade. El experimento se llevó a cabo entre el período de enero 2012 a febrero 2013, la I Empresa Yargo Cerdos, ubicado en Itaqui, RS granja. El experimento se llevó a cabo en una instalación con suelo transparente de polietileno de protección y las paredes interiores y exteriores hechos de mampostería. El diseño experimental fue completamente al azar con dos tratamientos y cinco repeticiones que el tratamiento 1 tuvo 1,56 m³ de tratamiento de residuos y 2 tenían 1,1 m³ de estiércol, y 60 kg de cáscara de arroz. Las muestras se recogieron en el día 0, 125 y más de 267 días, y las muestras se envían a un laboratorio de terceros para llevar a cabo el análisis de coliformes totales, coliformes fecales y *Salmonella* sp. El inicio del experimento hasta 161 días, diariamente a las 15:00 horas se verificaron las variables de pH, la evaporación, la temperatura del compuesto y el medio ambiente. De acuerdo con los resultados observó que durante la fermentación de los niveles de pH no fueron sometidos a grandes variaciones, lo que caracteriza un proceso eficiente. Ya que la temperatura se observa para una gran oscilación térmica, y se puede decir que la temperatura del compuesto favorecido el desarrollo de microorganismos psicrófilos y mesófilos. También se observó que el tratamiento con cáscara de arroz tenía una reducción en la pérdida de humedad añadida a los 81 días después de este período puede observarse que la curva de evaporación se mantuvo similar para ambos tratamientos. El resultado del análisis de coliformes totales y fecales, no mostró interacción entre los tratamientos y los diferentes períodos de evaluación. No hubo efecto del tratamiento con sólo el estiércol, o para la tratamaneto mediante la adición de corteza tratamientos arrozdos variables de coliformes y coliformes totales, sin embargo, los diferentes días mostraron una diferencia significativa para ambos organismos coliformes, así como coliformes total. Mantener los residuos en un solo lugar, con el objetivo de secado, y por consiguiente la reducción de recuento de coliformes resultó ser un proceso ineficiente, y la presentación de una carga elevadocoliformes totales y fecales al final del proceso.

Palabras clave: microorganismos, fertilizantes orgánicos, fermentación

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura experimental (visão externa).....	18
Figura 2 - Tratamento com dejetos suínos.	19
Figura 3 – Tratamento com dejetos suínos mais a casca de arroz.....	19
Figura 4 - Formação de camada seca (início do revolvimento).....	21
Figura 5 - Valor médio da variação de pH para o tratamento sem casca de arroz (T1) e com casca de arroz (T2) no período de 09/01/2012 a 24/06/2012.....	22
Figura 6 - Valor médio na variação da temperatura (°C) do composto para o tratamento sem casca de arroz (T1) e com a adição de casca de arroz (T2) no período de 09/01/2012 a 24/06/2012.	24
Figura 7 - Valor médio na variação da temperatura (°C) ambiental entre o dia 09/01/2012 a 24/06/2012.	25
Figura 8 - Evaporação média (metros) para o tratamento sem casca de arroz (T1) e para o tratamento com casca de arroz (T2) no período de 09/01/2012 a 24/06/2012.	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise do número mais provável (NMP) de coliformes termotolerantes e coniformes totais nos diferentes tratamentos**Erro! Indicador não definido.**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Fatores que influenciam na produção e nas características dos dejetos líquidos de suínos	14
2.2 Tratamentos dos dejetos em lagoas e/ou esterqueiras	15
2.3 Características microbiológicas dos dejetos suínos	15
2.4 Casca de arroz	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
6 REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira domina as principais técnicas de manejo, genética e nutrição, o que permite a manutenção de uma boa produtividade. Porém, a sustentação ambiental da atividade é um entrave na evolução desse tipo de empreendimento (DAI PRÁ et al., 2009).

Um dos pontos negativos dessa atividade é a alta produtividade de resíduos gerados pelos suínos. Os resíduos podem ser vistos de duas maneiras, como um agente altamente prejudicial e tóxico ao ambiente, quando manejado de forma incorreta, ou como uma fonte de nutrientes para a formulação de produtos agrícolas, que podem substituir facilmente as fontes minerais (SILVA, 2008). Conforme Ciancio & Ceretta (2010), os resíduos produzidos pelos animais podem ser utilizados como adubo, pois contêm uma série de elementos químicos prontamente disponíveis ou que, após o processo de mineralização, podem ser absorvidos pelas plantas, embora seja difícil padronizar as doses aplicadas, pela falta de padronização dos dejetos.

Em algumas regiões tradicionais produtoras de suínos, como o Oeste de Santa Catarina, a produção suinícola é uma atividade tipicamente realizada em pequenas propriedades rurais (SCHERER et al., 2010), aonde os dejetos suínos acabam sendo usados constantemente nos mesmos locais. A aplicação constante realizada em uma única área pode provocar acúmulo de metais pesados e outros elementos no solo e/ou planta, podendo atingir níveis tóxicos, bem como, comprometer a qualidade dos produtos colhidos, assim como, ocasionarem contaminação ambiental das águas (CIANCIO & CERETTA, 2010).

O ambiente possui uma capacidade de suportar naturalmente um determinado nível de poluentes orgânicos e inorgânicos (SEGANFREDO, 2007). Se a aplicação de dejetos for superior a esta, o ambiente sofrerá uma degradação da sua qualidade, principalmente do solo e da água.

Uma das ferramentas que podem ser utilizadas para avaliar o efeito da produção de suínos é estabelecer uma relação entre, a quantidade total de nutrientes excretados por unidades produtora e a área agrícola disponível para reciclagem destes nutrientes (PERDOMO et al., 2003). Esta é uma ferramenta que nos permite dimensionar e planejar a área e a frequência das aplicações dos dejetos sem que ocorram maiores riscos ambientais.

A grande maioria dos dejetos não é tratada corretamente, colocando em risco o ambiente e a evolução do setor produtivo (FILHO et al., 2001). Porém, uma das alternativas para o manejo destes dejetos é o processo de fermentação, que pode ser aeróbico (compostagem) ou anaeróbico (lagoas de estabilização), sendo que, posteriormente os produtos obtidos desses processos poderão ser utilizados como fertilizante agrícola para o solo, pois os macronutrientes e micronutrientes que o compõem, após serem mineralizados pelos organismos, são liberados na solução do solo e fixados pela maioria das plantas.

O arroz é um dos principais produtos de impacto da economia Brasileira tendo uma produção de aproximadamente 12 milhões de toneladas em uma área semeada de 2,4 milhões de hectares (Conab, 2013). E todo o setor produtivo do arroz, cada vez mais, tem procurado alternativas para a redução do impacto ambiental causado pela a atividade tanto na produção quanto no beneficiamento (LHAMBY et al., 2010). Dentro do setor de beneficiamento a casca de arroz é o que tem maior importância, pois pela grande quantidade produzida quanto pela dificuldade de decomposição no meio ambiente.

Frente à importância econômica e ambiental do sistema de produção de suínos e orizícola, o objetivo deste trabalho foi de avaliar dois processos de fermentação anaeróbica de dejetos líquidos de suínos com e sem a adição de casca de arroz, analisando a característica microbiológica, identificando-se assim o tempo de fermentação que apresentou melhor influência sobre estabilização do composto. Além disso, avaliou-se o processo de secagem espontânea dos dejetos, a fim de avaliar sua viabilidade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fatores que influenciam na produção e nas características dos dejetos líquidos de suínos

Devido ao sistema de produção ser predominantemente confinado, a produção de dejetos suínos é alta, sendo associada principalmente a utilização da água, tanto para consumo dos animais, quanto para a higienização das instalações. É necessário ainda, ser contabilizado os desperdícios ocasionados pelos bebedouros. A composição do dejetos é basicamente de fezes, resto de ração e pêlos, apresentando uma concentração de matéria seca muitas vezes inferior a 5% (DAI PRÁ et al., 2009).

Boa parte dos sistemas de produções de suínos existentes no Sul do Brasil propicia elevada produção de dejetos líquidos, ocasionada principalmente por vazamentos no sistema hidráulico, desperdício de água nos bebedouros e sistema de limpeza inadequado (DARTORA, 1998). Segundo Amaral et al. (2011), nas edificações para suínos frequentemente cometem-se erros hidráulicos comprometedores, sendo que algumas instalações são executadas sem projeto técnico específico e muitas vezes sem grande preocupação com as perdas e desperdícios da água.

Conforme Perdomo et al. (1999), quantificar o volume diário de dejetos produzidos não é uma tarefa fácil, pois existe variação entre os criadores (diferenças de manejo, higiene, desperdícios e outros) e até no mesmo criador ao longo do tempo. Amaral et al. (2011) constataram que em uma granja de ciclo completo, com menor desperdício de água, a produção de dejetos será de 100 L/dia/matriz. Já em granjas que possuem médio e alto nível de diluição do dejetos, o volume diário produzido será de 150 e 200 L/dia/matriz, respectivamente. Dentro de um mesmo sistema de produção pode haver diferenças no volume de dejetos produzidos, por exemplo, ao se trabalhar com lâmina d'água na terminação, estima-se um aumento da ordem de 15% na produção de dejetos (AMARAL et al., 2011).

A utilização de técnicas que melhoram a produtividade (manejo e nutrição), e o uso racional da água nas granjas pode contribuir para redução do potencial poluidor e da quantidade de dejetos produzidos. Formular as dietas utilizando a matriz nutricional correta, utilizar o conceito da proteína ideal nas formulações, fazer uso de

ingredientes e aditivos que melhoram o aproveitamento dos nutrientes contidos nos alimentos, e balancear a dieta respeitando a exigência nutricional dos animais, fará com que a suinocultura tenha seu potencial poluidor diminuído, devido a menor excreção de nutrientes, o que garantirá que cada vez mais a atividade suinícola caminhe rumo à sustentabilidade (RIBEIRO & OELKE, 2013). A adoção de todas essas técnicas poderia inclusive trazer um nível maior de padronização dos dejetos, pois segundo Ciancio & Ceretta (2010), a composição desbalanceada dos adubos orgânicos dificulta a recomendação e padronização de doses a serem aplicadas nas lavouras e pastagens.

2.2 Tratamentos dos dejetos em lagoas e/ou esterqueiras

No cenário atual da suinocultura o sistema de tratamento mais utilizado é o de esterqueira e/ou lagoas anaeróbias. Neste sistema ocorre a decomposição da matéria orgânica a partir da fermentação anaeróbia, tendo como os principais produtos gasosos gerados o metano (CH_4) e o gás sulfídrico (H_2S) (SARDÁ, 2010). A produção de metano gira em torno de 0,3 a 0,6 litros de gás por gramas de sólidos voláteis, podendo ser este valor utilizado para estimar a produção de metano liberado no ambiente. Sendo que, cada 100 kg de dejetos produzem em média 0,5 kg de sólidos voláteis, e cada grama produz de 0,3 a 0,6 litros de gás, assim, a produção de CH_4 ficará em médias entre 150 a 300 litros de gás/ g^{-1} de sólidos voláteis (DAI PRÁ et al., 2009).

As esterqueiras e/ou lagoas devem ser planejados para suportar os dejetos sobre tratamento por um período previsto de no mínimo 120 dias segundo a Instrução Normativa IN-11 da FATMA, N° 01/04, de 24.03.2004 (FATMA, 2004). É proibida por lei a utilização de dejetos como fertilizante que não sofreram tratamento para eliminar patógenos, além de que as doses dos dejetos devem ser recomendadas com base na quantidade de nutrientes presentes no composto. E ainda, levar em consideração o potencial de exportação destes nutrientes pelas plantas que estão sendo cultivadas e pelo tipo de solo da região (FEPAM, 2007).

2.3 Características microbiológicas dos dejetos suínos

A fermentação dos dejetos por processo anaeróbico tem papel fundamental na eliminação de microrganismos patogênicos, que podem ser considerados fonte de contaminação para o solo, água e as plantas.

Quando os dejetos contaminados sofrem o tratamento anaeróbico ocorre uma redução da carga microbiana (JURIS et al., 1996). Schmidt & Cardoso (2003) constataram que os dejetos contaminados por *Salmonella* sp. sofreram redução ao longo do processo de fermentação, chegando a atingir uma redução de 93%, quando comparada a carga inicial. O processo de decomposição também é eficiente nas reduções de coliformes totais e coliformes termotolerantes (JÚNIOR, 2010).

Para a classificação e contagem do grupo dos coliformes, pode-se subdividir estes em: coliformes totais, utilizados para avaliar as condições higiênicas, limpeza e sanificação; e os coliformes termotolerantes que são indicadores de contaminação fecal (SIQUEIRA, 1995). Os Coliformes totais são bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de fermentar a glicose com produção de aldeído, ácido e gás a 35°C. Já os Coliformes fecais ou termotolerantes são coliformes capazes de se desenvolver e fermentar a lactose com produção de ácido e gás à temperatura de $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ (CAVADA, 2008).

2.4 Casca de arroz

A produção de arroz no Rio Grande do Sul chegou na safra 2012/2013 aos patamares de 9 milhões de toneladas (CONAB, 2013). Do total produzido, aproximadamente 23% corresponde à casca, que é a parte que envolve o grão de arroz, rica em lignina e sílica (DELLA, 2001).

A casca, que é removida durante o beneficiamento do arroz, possui baixo valor comercial, pois o dióxido de silício (SiO_2) e as fibras contidas tem pouco valor nutritivo e por isso não são usadas na alimentação humana ou animal (DELLA, 2001). Nesse contexto, é interessante que se busque alternativas para a utilização deste resíduo (DELLA, 2001).

A casca do arroz é um material fibroso, composto basicamente por celulose, lignina e matéria orgânica (FILHO, 2001). Além de apresentarem parâmetros de umidade de 9,97%, teores de Nitrogênio de 0,46%, matéria Orgânica de 70,87%, relação entre Carbono e Nitrogênio de 85,6%, teores de Fósforo de 0,083% e teores

de Potássio de 0,30% (TUMULERO, 1998). A maior dificuldade para o aproveitamento destes resíduos está representada pela barreira física formada pela lignina, o que impede o aproveitamento da celulose (REYES, 1998).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre o período de janeiro de 2012 a fevereiro de 2013, na granja I da empresa Yargo® Suinocultura, localizada na cidade de Itaquira-RS, junto ao acesso Sul da BR-472 (29° 10'50 0,6" S, 56° 31' 78" O e 78 m de elevação). O clima da região é subtropical úmido, classe "Cfa", sem estação seca definida e com verão quente, segundo a classificação de Koppen (1948).

O experimento foi executado no interior de uma instalação com proteção em polietileno transparente (Figura 1), piso e muros internos e externos fabricados em alvenaria. Essa instalação possuía em seu interior 10 tanques de alvenaria, cada um possuindo 1,0 m x 2,0 m x 1,0 m (altura x comprimento x largura).



Figura 1 – Estrutura experimental (visão externa).

O experimento conteve dois tratamentos, o tratamento 1 com 1,56 m³ de dejetos o que correspondeu a uma altura de 78 cm dentro do tanque de fermentação (Figura 2), e o tratamento 2 contou com 1,1m³ de dejetos mais 60 kg de casca de arroz, (Figura 3), que correspondeu a uma altura de 23 cm, ficando assim com altura

final de 78 cm. Foi utilizado um total de 13,3 m³ de dejetos suínos e 300 kg e/ou 2,3 m³ de casca de arroz.



Figura 2 - Tratamento com dejetos suínos.



Figura 3 – Tratamento com dejetos suínos mais a casca de arroz.

Após a colocação dos dejetos e da casca de arroz nos reservatórios, procedeu-se à homogeneização do composto e, em seguida, fez-se à coleta das amostras, que foram enviadas a um laboratório terceirizado para realizar-se as análises de coliformes totais, coliformes termotolerantes e salmonela. Posteriormente, foram realizadas novas coletas aos 125 dias e no período superior a 267 dias, que foram enviadas ao mesmo laboratório. Os coliformes totais e termotolerantes foram analisados conforme a metodologia descrita por Clesceri et al. (2005). A salmonela foi determinada utilizando-se a metodologia do plaqueamento seletivo.

Do início do experimento até os 161 dias, diariamente as 15:00 horas foram verificadas as variáveis de pH (com o auxílio do pHMetro digital modelo PHTEK); evaporação (medida com o auxílio de uma régua graduada); e temperatura do composto e do ambiente (medida com o auxílio de termômetro digital da ICEL Manaus, modelo TD-880). Inicialmente essas observações diárias iriam ser conduzidas até que todas as repetições de ambos os tratamentos secassem. Como essa secagem não ocorreu até os 161 dias optou-se em encerrar essas observações, pois esse valor já havia superado em 41 dias o estabelecido pela Fundação de Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (2003), que preconiza, segundo a Portaria nº 02/03, que para ser aplicado no solo, o dejetos de suíno deve permanecer armazenado por um período de no mínimo 120 dias.

Aos 181 dias, observou-se que no tratamento que continha casca de arroz, a parte líquida estava se depositando na área mais profunda do tanque, e a parte mais superficial estava seca (Figura 4). Nesse momento iniciou-se o revolvimento do material de ambos os tratamentos, com o intuito de homogeneizar o material, e favorecer a evaporação da umidade. O revolvimento foi realizada de forma manual, utilizando-se pá e enxada.

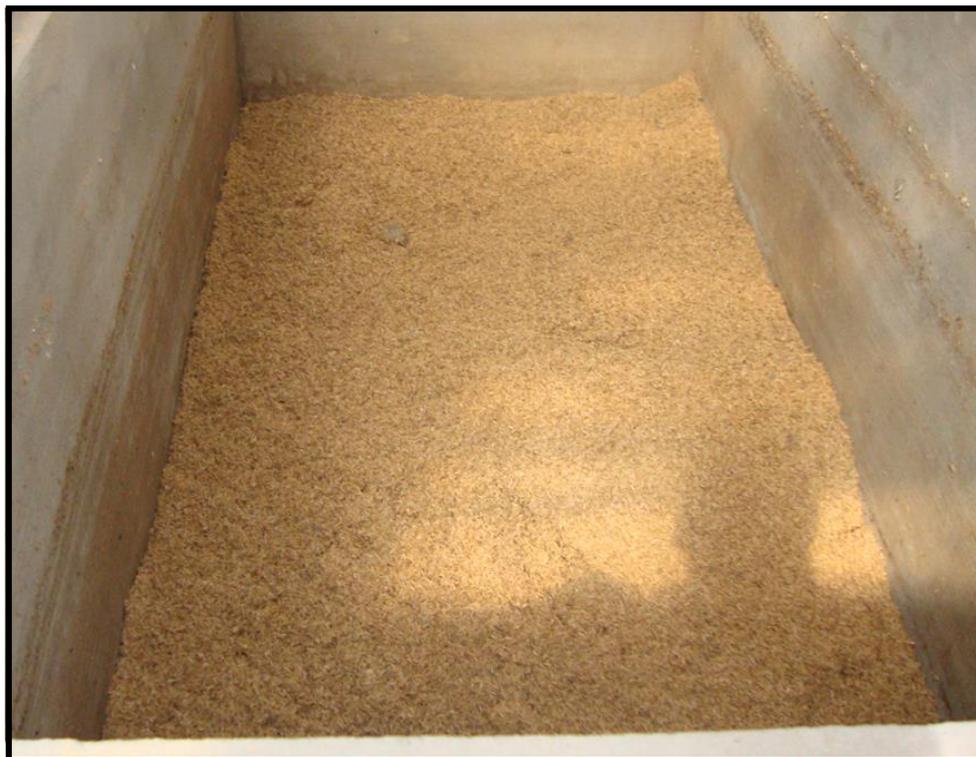


Figura 4 - Formação de camada seca (início do revolvimento).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Sendo que, cada tratamento contou com cinco repetições, trabalhando-se assim com 10 tanques de armazenamento, cada tanque foi considerada uma unidade experimental. O efeito da interação entre os tratamentos e os dias, bem como a comparação das médias entre os tratamentos e os dias foram analisadas utilizando-se o PROC GLM (General Linear Models) do software estatístico SAS. Posteriormente, para a comparação de médias, os valores dos dias foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de fermentação (0 aos 161 dias) observou-se uma elevação gradativa do pH em ambos os tratamentos (Figura 5), sendo que, inicialmente os valores de pH estavam entre 6,4 e 6,3 nos tratamentos 1 e 2, respectivamente, e ao final apresentavam valores médios de 8,7 e 8,1, respectivamente para os tratamentos 1 e 2. O menor valor para o pH no início do processo de fermentação pode estar associado à presença de ácidos orgânicos existente no dejetos que, por ação da atividade microbiana, são degradados e ocasionam aumento do pH (SEDIYAMA et al., 2008; DAI PRÁ et al., 2009).

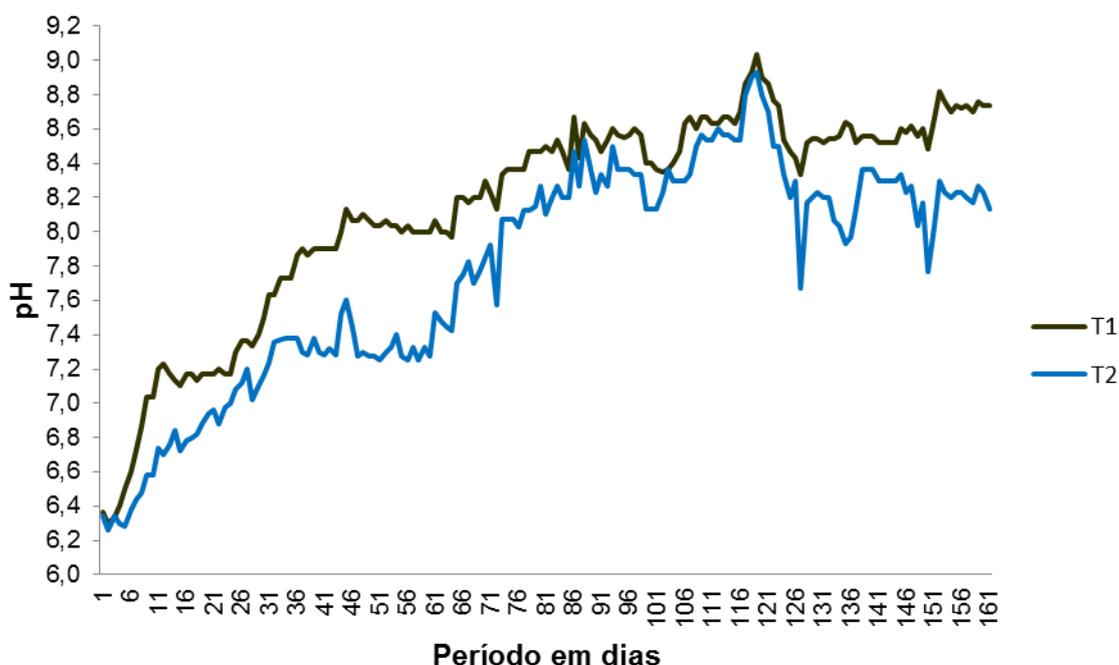


Figura 5 - Valor médio da variação de pH para o tratamento sem casca de arroz (T1) e com casca de arroz (T2) no período de 09/01/2012 a 24/06/2012.

De acordo com Oliveira (1993), o crescimento das bactérias metanogênicas é ótimo entre pH 6,5 a 7,5. Estas bactérias formam um grupo importante no tratamento biológico, pois são microrganismos estritamente anaeróbios e tem a capacidade de estabilizar a matéria orgânica transformando-a em gás metano (PEREIRA, et al., 2009). Durante o processo de fermentação os teores do pH não sofreram grandes

variações, o que caracteriza um processo eficiente. As bactérias metanogênicas são sensíveis a estas variações (CHERNICHARO, 1997).

Em trabalhos com lagoas de estabilização, Pearson et al. (1987) mostraram que os valores mais elevados de pH, temperatura, oxigênio dissolvido e a concentração de algas influenciam na redução de coliformes fecais. E ainda, segundo Medri (1997) valores de pH inferiores a 7,8 não favorecem a maior presença de amônia livre (NH_3), sendo este precursor do nitrito e do nitrato, elementos que são absorvidos pelas plantas.

Picot et al. (1993) analisaram em lagoas de estabilização a remoção de nutrientes, principalmente nitrogênio e fosforo, e consideraram que durante o dia, o efeito da radiação solar sobre a lagoa promove o rápido desenvolvimento da biomassa algal, o que ocasiona maior produção de oxigênio dissolvido e aumento de pH alcalino. Como consequência, a atividade dos microrganismos é maior, favorecendo uma maior taxa de remoção de nutrientes. Foi possível observar neste estudo que nas repetições com a presença de casca de arroz o pH foi inferior, possivelmente devido a barreira física criada pela casca, o que impedia uma maior incidência de radiação solar sobre os dejetos impedindo o crescimento da massa algal.

Ao final do processo observou-se uma maior estabilidade da curva de pH quando comparada nos dias iniciais. Esta estabilidade a níveis superiores a 7,5 favorece o processo de nitrificação. Segundo Santos et al. (2007) os valores de pH entre 7,0 a 9,0 encontram-se dentro de uma faixa considerável ideal para que ocorra o processo anaeróbio de nitrificação. Aos 161 dias de experimento os valores foram de 8,7 e 8,1, respectivamente para os tratamentos com apenas dejetos e para o com dejetos e casca de arroz, sendo que, estes valores são considerados ideais para que ocorra a precipitação química do fosfato, pois segundo Sperling (1996) valores inferiores a 8,0 não favorece a remoção por precipitação. Após a digestão dos dejetos, o valor de pH em torno de 7,5 (OLIVER et al, 2008) funciona como um potencial corretivo da acidez do solo, agindo na liberação do fósforo e diminuindo os teores de alumínio e ferro, além de dificultar o desenvolvimento de fungos patogênicos.

Pearson et al. (1987), concluíram que o pH em níveis altos são responsáveis pela redução direta dos patógenos e significativamente na redução de coliformes fecais.

Assim como o pH a temperatura é um fator muito importante, pois tem efeito direto na velocidade das reações bioquímicas e no processo de fermentação. As temperaturas dos compostos mostraram uma oscilação entre 47,4 e 48,1 °C a 7,9 e 7,7 °C, respectivamente nos tratamentos só com dejetos e para o tratamento com a adição de casca (Figura 6). A temperatura média do composto registrada no período experimental em ambos os tratamentos foram de 22 e 22,7 °C, respectivamente nos tratamentos com apenas dejetos e para o com a presença de casca de arroz.

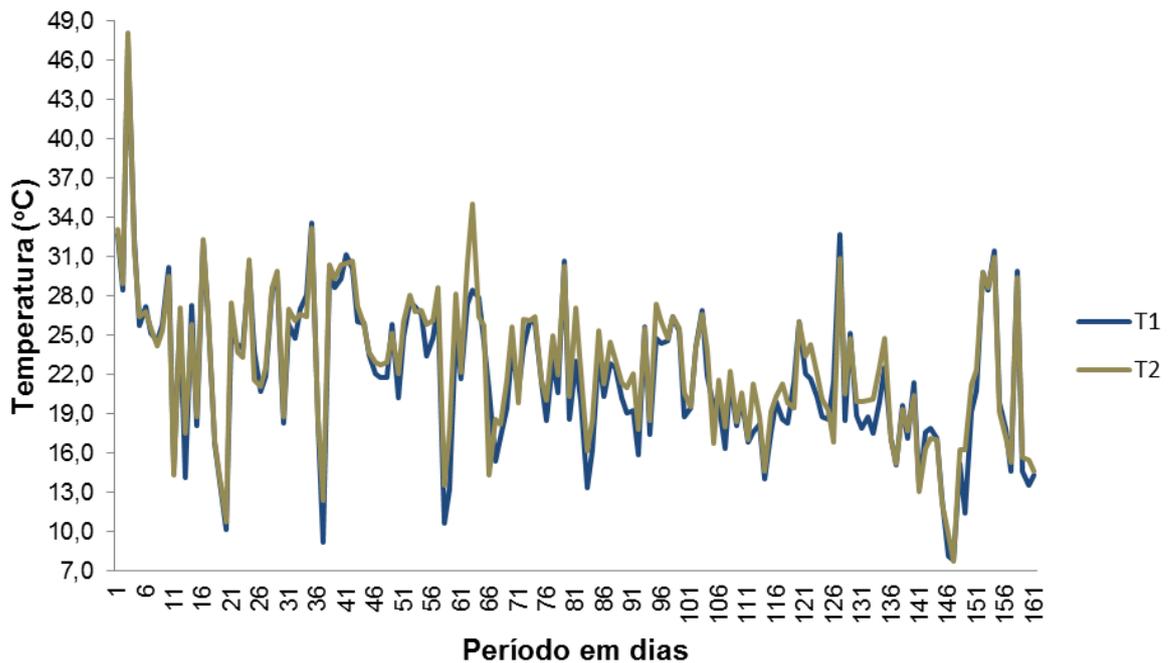


Figura 6 - Valor médio na variação da temperatura (°C) do composto para o tratamento sem casca de arroz (T1) e com a adição de casca de arroz (T2) no período de 09/01/2012 a 24/06/2012.

Durante o processo de fermentação pode-se ter três diferentes ambientes térmicos favoráveis a sobrevivência dos microrganismos. Os psicrófilos vivem a uma faixa de temperatura inferior a 30°C, os mesófilos vivem a uma temperatura de 30°C a 50°C e os termófilos resistem a temperaturas entre 50°C a 75°C (DAI PRÁ et al., 2009).

A temperatura é um fator que determina a atividade biológica do processo de fermentação em sistemas de lagoas. Durante o desenvolvimento desse estudo, observou-se uma ampla oscilação térmica. Assim, com base na Figura 6, pode-se

dizer que a temperatura do composto favoreceu o desenvolvimento dos microrganismos psicrófilos e mesófilos. Segundo Oleszkiewicz e Koziarski (1986) a temperatura ótima para o desenvolvimento das bactérias mesófilas é de 35°C e quando a temperatura atinge situações inferiores a 5°C a atividade microbiológica reduz em aproximadamente dez vezes quando comparada com a ótima. Bactérias mesófilas são responsáveis por uma redução de aproximadamente 90% de algumas bactérias patogênicas em sistemas de digestão anaeróbia (OLSON & NANSEN, 1987).

Ainda pode-se observar que o comportamento se manteve igual para os dois tratamentos, podendo-se descartar a influência da casca de arroz sobre a temperatura do composto. Observando conjuntamente as Figuras 6 e 7, nota-se que as oscilações na temperatura do composto foram influenciadas diretamente pela temperatura do ambiente, assim, pode-se dizer que o fator clima, representado pelas diferentes estações do ano influenciam no processo de digestão anaeróbia. Conforme Santos (2007), durante o período de inverno a atividade microbiana é muito reduzida, afetando assim na decomposição da matéria orgânica. Segundo Côte et al. (2006) quanto maior for a temperatura e o tempo de retenção hidráulica maior vai ser a eficiência da remoção de microrganismos patogênicos.

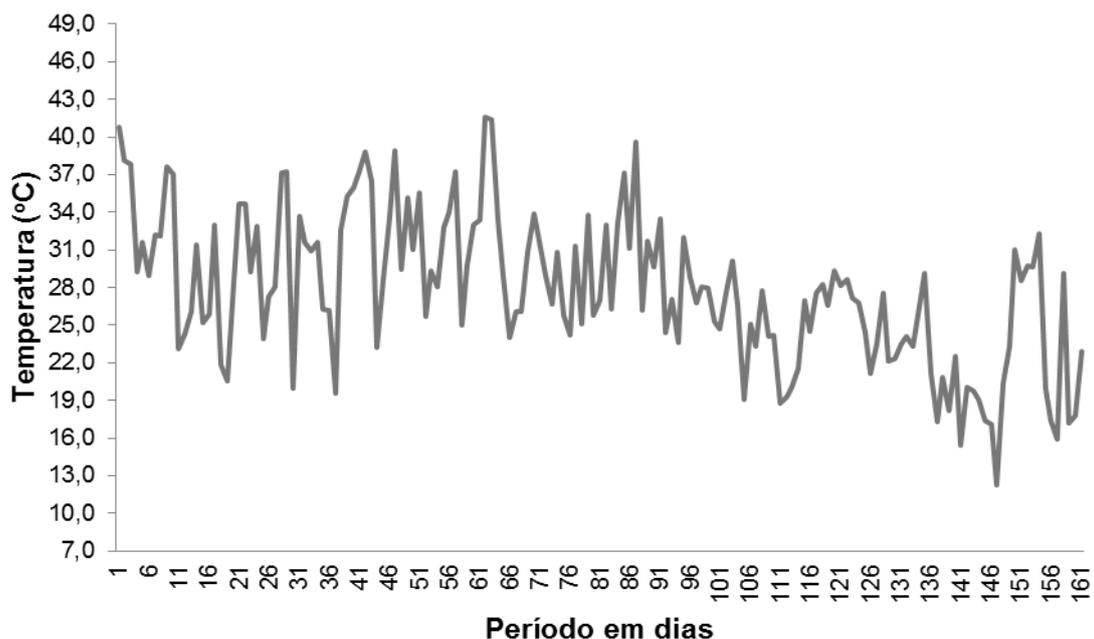


Figura 7 - Valor médio na variação da temperatura (°C) ambiental entre o dia 09/01/2012 a 24/06/2012.

Ao analisar a Figura 8 observa-se que houve uma redução nos teores de umidade, sendo os níveis da altura da lâmina de dejetos iniciais de 0,78 metros e finais de 0,21 metros para os respectivos tratamentos, observando-se uma redução por evaporação de 0,57 metros na lâmina do composto em um período de 161 dias, isto é, 0,0035 metros diários de evaporação.

Ainda, foi possível observar que o tratamento com casca de arroz teve uma redução na perda de umidade maior até os 81 dias, quando comparado com o tratamento sem casca de arroz. Provavelmente, a presença da casca de arroz favoreceu a evaporação em razão da condutividade térmica. A condutividade do arroz em casca é de $0,10 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ (PARK et al., 1999), sendo inferior a da água, que é de $0,60 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ (BROCK, 2008). Utilizando-se do arroz em casca como parâmetro, espera-se que a casca de arroz seja um mal condutor de calor quando comparado com a água, ou seja, a casca de arroz demora mais para aquecer, porém, depois que esta ganha energia, demora mais tempo para perdê-la, ficando assim por um período mais prolongado a temperaturas mais elevada e constante, o que pode ter influenciado na maior perda de água nos primeiros 80 dias.

Após os 81 dias pode-se observar que a curva de evaporação manteve-se semelhante para ambos os tratamentos, fato este que pode ser explicado devido à formação de uma camada de material completamente seco na superfície do tratamento com casca de arroz, dificultando a evaporação da umidade neste tratamento, e equilibrando a taxa de evaporação como o observado para o tratamento sem casca de arroz. Aliado a isto, a ocorrência de temperaturas menores neste período, em comparação ao período inicial da avaliação, manteve a evaporação diária menor e mais constante em ambos os tratamentos, demonstrando a influência direta da temperatura sobre a taxa de evaporação da umidade.

Ao final do experimento, completando um ano e um mês, no tratamento 1, uma repetição encontrava-se no estado líquido, uma úmida e uma havia secado totalmente. Já no tratamento 2, as duas últimas repetições encontravam-se úmidas. Isso demonstra que o processo de evaporação, da forma como esse experimento foi conduzido não se mostrou eficiente, indicando que na prática, esse sistema não seria interessante aos produtores, uma vez que se demoraria muito tempo para obtenção de um produto seco. Acabaria sendo necessário um número maior de instalações para armazenar esses dejetos por um período prolongado de tempo.

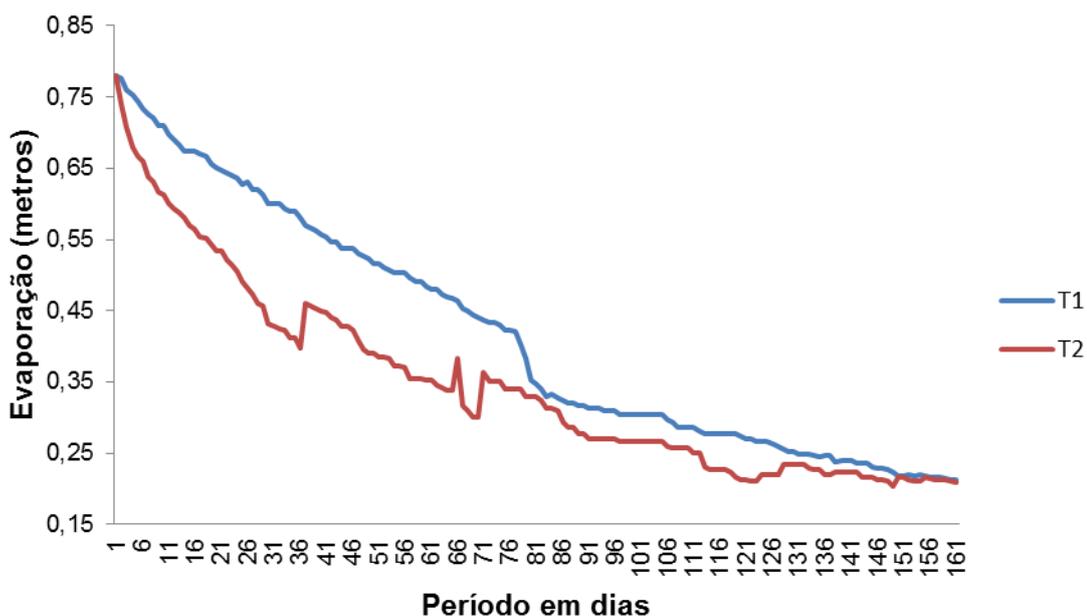


Figura 8 - Evaporação média (metros) para o tratamento sem casca de arroz (T1) e para o tratamento com casca de arroz (T2) no período de 09/01/2012 a 24/06/2012.

O resultado das análises para coliformes termotolerantes e totais encontram-se dispostos na Tabela 1. Como se pode observar não houve interação entre os tratamentos e os diferentes períodos de avaliação para coliformes termotolerantes ($P=0,16$) e coliformes totais ($P=0,53$). Também não houve efeito dos tratamentos para as variáveis coliformes termotolerantes ($P=0,22$) e coliformes totais ($P=0,09$). No entanto, os diferentes dias apresentaram diferença significativa tanto para os coliformes termotolerantes ($P=0,0001$), bem como para os coliformes totais ($P=0,0006$) (Tabela 1)

A Fundação de Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (2003), segundo Portaria nº 02/03, 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 microrganismos patogênicos. No entanto, no presente estudo observou-se que embora os dejetos em ambos os tratamentos tenham ficado por 125 dias e por período superior a 267 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 salmonela, que não foi encontrada em ambos os tratamentos aos 125 dias. Porém, no período superior a 267 dias uma

repetição do tratamento 1 estava com presença de salmonela. Como isso não ocorreu aos 125 dias, é possível que a contaminação dessa repetição ocorreu posteriormente, possivelmente ocasionada por algum animal (pássaro, roedor, etc), visto que a estrutura não possuía um sistema que prevenisse a entrada de animais.

Tabela 1 – Análise do número mais provável (NMP) de coliformes termotolerantes e coliformes totais nos diferentes tratamentos

		Coliformes Termotolerantes^I	Coliformes Totais^I
Tratamentos			
1		7,1x10 ⁵	1,7x10 ⁶
2		2,3x10 ⁶	2,6x10 ⁶
Dia			
0		4,0x10 ⁶ a	4,9x10 ⁶ a
125		5,2x10 ⁵ a	1,6x10 ⁶ a
> 267		6,0x10 ³ b	5,4x10 ⁴ b
Interação^{II}			
Tratamento	Dia		
1	0	1,2x10 ⁶	2,7x10 ⁶
1	125	9,5x10 ⁵	2,5x10 ⁶
1	> 267	1,2x10 ⁴	1,1x10 ⁵
2	0	6,8x10 ⁶	7,0x10 ⁶
2	125	9,1x10 ⁴	6,9x10 ⁵
2	> 267	9,5x10 ¹	6,2x10 ²
Probabilidades			
Tratamentos		0,22	0,09
Dia		0,0001	0,0006
Tratamento*dia		0,16	0,53
C.V. (%) ^{III}		24,31	21,81

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

I – Número mais provável (NMP).

II – Probabilidade de erro da interação entre os tratamentos e os períodos de avaliação.

III – Coeficiente de variação.

Santos et al. (2007) observaram que mesmo os dejetos suínos ficando armazenados em esterqueiras por um período de 120 dias, esse processo não foi suficiente para redução na contagem de coliformes e totais, sendo que aos 90 dias houve um aumento na contagem de ambos. Os autores atribuíram essa manutenção na contagem desses microrganismos ao fato de que nesses sistemas ocorreu o ingresso contínuo de dejetos frescos. Fato esse que não ocorreu nesse estudo.

Os números de referência para os limites máximos permitidos para coliformes termotolerantes e salmonela são estipulados pela instrução normativa SDA nº 27, de 05 de junho de 2006 (2006), onde o número mais provável por grama de matéria seca (NMP/g de MS) é de 1×10^3 para coliformes totais e termotolerantes, e de ausência em 10 g de MS para salmonela. Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (2006), o lodo de esgoto que apresenta concentração de coliformes termotolerantes $> 10^3$ NMP g^{-1} de substrato, não pode ser usado como adubo orgânico para a produção de hortaliças, pastagens, tubérculos e raízes, nem as demais culturas, cuja parte comestível entre em contato com o solo. Neste estudo observou-se diferença para o período maior que 267 dias, em relação aos dias 0 e 125, porém a redução média que ocorreu nos coliformes termotolerantes e totais aos 125 dias e no período superior a 267 dias, não foi suficiente para proporcionar um valor inferior a 1×10^3 .

Segundo Filho et al., (2001), com a utilização de quatro lagoas para o tratamento dos dejetos, a carga inicial de coliformes fecais gira em torno de 6×10^9 . Já na saída da última lagoa, ficando este dejetos por um período de 120 dias em tratamento, o líquido residual possuía $2,7 \times 10^3$. Manter o dejetos em um único local, objetivando a secagem, e conseqüentemente a redução da contagem de coliformes mostrou-se ser um processo ineficiente, pois aos 125 dias os dejetos com e sem adição de casca de arroz estavam na forma líquida, e apresentando uma acentuada carga de coliformes totais e termotolerantes.

Michaelsen et al. (2008), observaram que o processo de fermentação anaeróbica foi capaz de reduzir em 98 e 99% a presença de patógenos em sistemas de tratamentos de dejetos, no entanto, os autores observaram que os níveis mantiveram-se elevados, ficando em 8×10^5 e 3×10^4 , para coliformes totais e termotolerantes, respectivamente. Situação muito similar à observada nesse estudo, sendo que, no dia 125 os níveis de coliformes atingiram uma redução de 86,94 (redução de $4,0 \times 10^6$ para $5,2 \times 10^5$) e 70,4% (redução de $5,3 \times 10^6$ para $1,6 \times 10^6$)

para coliformes termotolerantes e totais, respectivamente, já para o período maior que 267 dias a redução foi maior, alcançando níveis de 99,85 (redução de $5,2 \times 10^5$ para $6,0 \times 10^3$) e 98,99% (redução de $1,6 \times 10^6$ para $5,4 \times 10^4$) para coliformes termotolerantes e total, respectivamente.

A remoção de coliformes foi inferior à prevista para os sistemas de tratamento, assim, as características finais do efluente não atenderam em termos numéricos as exigências da legislação. Sendo que, a Instrução Normativa SDA N°27 (2006) determina o limite de 1000 NMP g⁻¹ de MS para coliformes fecais e termotolerantes, como referência utilizada nos limites máximos de contaminantes admitidos em fertilizante orgânico, compostos orgânicos, resíduos de biodigestor, resíduos de lagoa de decantação e fermentação, e excrementos oriundos de sistema de criação com o uso intenso de alimentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não houve diferença entre o tratamento com e sem a adição de casca de arroz para as variáveis coliformes totais e termotolerantes. Observando-se somente diferença estatística em relação ao período em dias que os tratamentos permaneceram armazenados, não sendo a redução dos coliformes suficientes para atender as recomendações expressas na legislação.

Em relação à evaporação espontânea, o sistema mostrou-se ineficiente, uma vez que é necessário um período muito longo de tempo para que toda a umidade seja perdida.

6 REFERÊNCIAS

- AMARAL, A. L. et al. **Manual Brasileiro de Boas Práticas Agropecuárias na Produção de Suínos**. Brasília, DF; ABCS; MAPA; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 140 p. 2011.
- BROCK, J.; NOGUEIRA, M.R.; ZAKRZEWSKI, C.; CORAZZA, F. de C.; CORAZZA, M. L.; OLIVEIRA, J. V. de. Determinação experimental da viscosidade e condutividade térmica de óleos vegetais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, p.564-570, 2008.
- CAVADA, C. A. **Comparação de três metodologias para quantificação de Salmonella sp. Em efluentes de sistemas de tratamento de dejetos**. Programa de pós-graduação em ciências veterinárias. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2008
- CHERNICHARO, C.A.L. **Reatores anaeróbios**. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Belo Horizonte: DESA, UFMG, v.5. 247p. 1997.
- CIANCIO, N. H. R.; CERETTA, C. A. **Produção de grãos, matéria seca e acúmulo de nutrientes em culturas submetidas à adubação orgânica e mineral**. Dissertação. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil. 2010.
- CLESCERI, L. S.; EATON, A. D.; GREENBERG, A. E.; RICE, E. W. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association: APHA, 1600p, 2005.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**. 2013. Disponível em : <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_07_09_09_04_53_boletim_graos_junho__2013.pdf> acesso em: 03 de agosto de 2013.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências**. Resolução nº 375/2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>>. Acesso em: 07 mai. 2013.
- CÔTE, C.; MASSE, D.I.; QUESSY, S. Reduction of indicator and pathogenic microorganisms by psychrophilic anaerobic digestion in swine slurries. **Bioresource Technology**, v.97, p.686-691, 2006.
- DARTORA, V.; PERDOMO, C. C.; TUMELERO, I. L. Manejo de Dejetos Suínos. **Boletim Informativo**, BIPERS, Pesquisa & Extensão. EMATER/RS; Concórdia: Embrapa Aves e Suínos. p. 97-143, 1998.
- DELLA, V. P. **Processamento e caracterização de sílica ativa obtida a partir da cinza de casca de arroz**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2001.

FATMA - Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina. **Portaria nº02 de 09 de janeiro de 2003 que disciplina o ordenamento e a tramitação dos processos de licenciamento ambiental e dá outras providências.** Portaria nº 002/03. Florianópolis, Diário Oficial de Santa Catarina, p.75-80. 2003.

FATMA. **Instrução Normativa IN-11.** Portaria Intersectorial nº01/04, de 24.03.2004. Florianópolis: FATMA, 2004.

FEPAM, **Critérios técnicos para o licenciamento ambiental de novos Empreendimentos Destinados à suinocultura.** 2007. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/central/diretrizes/diret_suinos_novos.pdf> Acesso em: 03 de agosto de 2013.

FILHO, P. B.; CASTILHOS JÚNIOR, A. B.; COSTA, R. H. R.; SOARES, S. R.; PERDOMO, C. C. Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, p.166-170, 2001.

JÚNIOR, M. A. P. O.; ORRICO, A. C. A.; JÚNIOR, J. DE L. Avaliação de Parâmetros da biodigestão anaeróbia de dejetos de Suínos alimentados com Dietas à Base de Milho e Sorgo. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.30, 2010.

JURIS, P.; TÓTH,F.; LAUKOVÁ, A.; PLACHÝ, P.; DUBINSKY, P.; SOKOL, P. Survival of model bacterial strains and helminth eggs in the course of mesophilic anaerobic digestion of pig slurry. **Veterinární Medicína**, Praga, v.41, p.149-153, 1996.

KOPPEN, W. Climatologia com un estudio de los climas de la tierra. México: **Fondo de Cultura Econômica**, p.478, 1948.

LHAMBY, A. R.; SENNA, A. J. T.; CANES, S. E.; **A prática da gestão ambiental agroindustrial: um estudo de caso em Uma agroindústria que produz energia elétrica a partir da casca do Arroz.** IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, I Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Bauru, São Paula, 2010.

MEDRI, W. **Modelagem e otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos suínos.** Tese doutorado, universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

MICHAELSEN, R. et al. **Sobrevivência de coliformes em sistema anaeróbio para tratamento de dejetos de suínos.** In: Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental. 2008. Porto Alegre. Anais do Simpósio. Porto Alegre: ABES -RS, 2008. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/33533>> Acesso em: 15 de setembro de 2013.

OLESZKIEWICZ, J. A., KOZIARSKI, S. Kinetics of piggery wastes treatment in anaerobic lagoons. **Agricultural Wastes**. v.16, n.1, p.13-25, 1986.

OLIVEIRA, P.A.V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Documentos 27. Concórdia. EMBRAPA - CNPSA. p.188, 1993.

OLIVER, A. de P. M.; NETO, A. de ANDRADE, S; QUADROS, D. G. de. VALLADARES, R. E. **Manual de treinamento em biodigestão**. 2008. Disponível em: <http://www.ieham.org/html/docs/Manual_Biodigestao.pdf> Acesso em: 15 de setembro de 2013.

OLSON, JE; NANSEN, P. Inativação de alguns parasitas por digestão anaeróbia de gado pasta. **Resíduos biológicos**, v.22, n.2, p.107-114, 1987.

PARK, K.J.; ALONSO, L. F. T.; NUNES, A. S. Determinação experimental da condutividade e difusividade térmica de grãos em regime permanente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas. vol.19, n.2, 1999.

DAI PRÁ, M. A. D.; CORRÊA É. K.; CORRÊA, L. B.; LOBO, M. S. da; SPEROTTO, L.; MORAES, E. **Compostagem como alternativa para gestão ambiental na produção de suínos**. Porto Alegre. Ed. Evangraf Ltda., p.144, 2009.

PEARSON, H.W.; MARA, D. D.; MILLS, S. W.; SMALLMAN, D.J. Physico-chemical parameters influencing faecal bacterial survival in waste stabilization ponds. **Water Science Technology**, Oxford, v.19, p.45-52, 1987.

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**. Comunicado técnico, 332. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003.

PERDOMO, C. C.; COSTA, R. R. H.; MEDRI, W.; MIRANDA, C. R. **Dimensionamento de sistemas de tratamento (decantador de lagoas) e utilização de dejetos suínos**. Comunicado Técnico 234. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia. p.1-5. 1999.

PEREIRA, E. L.; CAMPOS, C. M. M.; MOTERANI, F. Efeito do pH, acidez e alcalinidade na microbiota de um reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) tratando efluentes de suinocultura. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v.4, n.3, p.157-168, 2009.

PICOT, B.; MOERSDIK, S.; CASELLAS, C.; BONTOUX, J. Using diurnal variations in the highrate algal pond for management pattern. **Water Science Technology**, Oxford, v.28, n.10, p.169-175, 1993.

REYES, J. ; PERALTA-ZAMORA, P.; DURÁN, N. **Hidrólise enzimática de casca de arroz utilizando-se celulases. Efeito de tratamentos químicos e fotoquímicos**. Instituto de Química. INICAMP. Campinas. SP. 1998.

RIBEIRO, A. M. L.; OELKE, C. A. Como formular rações para reduzir a capacidade poluente sem afetar o desempenho. In: VIII Simpósio Internacional de Suinocultura, 2013, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, v. 01, p.159-178, 2013.

SANTOS, M. A. A. dos; SCHMIDT, V.; BITENCOURT V. C.; MAROSO, M. T. D. Esterqueiras: avaliação físico-química e microbiológica do dejetos suíno armazenado. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.537-543, 2007.

SARDÁ, L. G.; HIGARASHI, M. M.; MULLER, S.; OLIVEIRA, P. A.; COMIN, J. J. Redução da emissão de CO₂, CH₄ e H₂S através da compostagem de dejetos suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.19, p.1008-1013, 2010.

SCHERER, E. E.; NESI, C. N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.1375-1383, 2010.

SCHMIDT, V.; CARDOSO, M. R. DE I. Sobrevivência e perfil de resistência a antimicrobianos de *Salmonella* sp. isoladas em um sistema de tratamento de dejetos de suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.881-888, 2003.

SDA – Secretária de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa SDA Nº 27, 05 de junho de 2006**. Publicada no D.O.U, nº 110, seção 1, p.15-16, 2006.

SEDIYAMA, M.N.; VIDIGAL, S. M.; PEDROSA, M. W.; PINTO, C. O.; SALGADOL.T. Fermentação de esterco de suínos para uso como adubo orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.6, p.638–644, 2008.

SEGANFREDO, M. A. **Gestão Ambiental na Suinocultura**. Brasília, DF: Embrapa Informações técnicas, 207. p.302, 2007.

SILVA, S. **Governo quer conter os preços de fertilizantes - Retomada de jazidas e corte de impostos de importação estão entre as medidas**. Jornal Correio de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

SIQUEIRA, R. S. **Manual de microbiologia de alimentos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos – CTAA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, 1995.

SPERLING, M. V. **Lagoas de estabilização: Princípios fazer Tratamento Biológico de Águas residuárias**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, p. 134. 1996

TUMELERO, I.L. **Avaliação de materiais para sistema de criação de suínos sobre camas**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Dissertação Mestrado, p.89, 1998.