

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE – CAMPUS ARAQUARI

**Bruna C. Romão, Flávia Fortunato, Jean C. Venera Jr., Lara S. Nascimento, Maykon A.
S. Quandt**

**ESTABILIZAÇÃO E CONDICIONAMENTO DE ESTERCOS
SUÍNOS E BOVINOS VIA COMPOSTAGEM**

**ARAQUARI/SC
2015**

Maykon A. S. Quandt , Lara S. Nascimento, Bruna C. Romão, Flávia Fortunato, Jean C. Venera Jr.

ESTABILIZAÇÃO E CONDICIONAMENTO DE ESTERCOS SUÍNOS E BOVINOS VIA COMPOSTAGEM

Trabalho Final referente ao Projeto Integrador apresentado ao Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari como parte complementar à matriz curricular do Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio.

Orientador: Prof. Dr. Cleder Alexandre Somensi

**ARAQUARI/SC
2015**

CAPA.....	1
FOLHA DE ROSTO.....	2
SUMÁRIO.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. HIPÓTESES.....	5
3. OBJETIVOS.....	6
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
4.1 Sistemas de Tratamento de Estercos Animais.....	7
4.1.1 <i>Fases de uma compostagem</i>	9
4.2 Características Físico-Químicas dos Estercos.....	9
4.2.1 <i>Relação C/N e outros parâmetros dos Estercos suínos</i>	9
4.2.2 <i>Relação C/N e outros parâmetros dos Estercos bovinos</i>	9
4.3 Equilíbrio de Carbono e Nitrogênio na Compostagem.....	10
4.3.1 <i>pH</i>	10
4.3.2 <i>Arejamento</i>	10
4.3.3 <i>Temperatura</i>	11
4.4 Microorganismos Eficientes.....	11
4.5 Procedência dos Dejetos.....	12
4.6 Atributos dos Adubos (NPK).....	12
5. METODOLOGIA.....	14
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
7. CONCLUSÕES.....	20
8. REFERÊNCIAS.....	21
ANEXOS.....	23

1. INTRODUÇÃO

O “lixo” é um problema atual e sua geração se intensificou com o avanço capitalista do mundo, aonde os descartes de materiais “não necessários” constituem um problema de difícil equacionamento, podendo causar danos ambientais, como a poluição das águas e do solo. Neste contexto, a reutilização e reciclagem de resíduos constitui uma necessidade fundamental para o manejo do lixo.

“Lixo” orgânico, principalmente cascas de frutas e restos de alimentos, foi historicamente utilizado para adubação de plantas diversas, principalmente em pequenas hortas domésticas e também no cultivo de frutas. Outro tipo de “lixo” orgânico comumente utilizado são os esterco animais, como esterco de aves, suínos e bovinos.

Pelo menos 50% do lixo doméstico é orgânico e a compostagem pode ser uma boa técnica para a reciclagem e reutilização destas substâncias. Segundo o dicionário Houaiss, “Lixo é um objeto sem valor ou utilidade que é jogado fora” e segundo o dicionário Aurélio é “Tudo aquilo que não presta e se joga fora, coisas inúteis e sem valor.” Sendo assim, os dejetos animais não podem ser classificados como lixo, pois podem ser reutilizados.

Com o aumento populacional e a crescente demanda por alimentos, a criação intensiva de animais tornou-se prática fundamental, incluindo a criação de suínos e bovinos. A evolução da suinocultura intensiva proporcionou a geração de grandes quantidades de esterco que, se dispostos de forma inadequada, ou seja, sem tratamento prévio, poderão ocasionar a poluição dos mananciais de água, a poluição do solo ou outro tipo de poluição ambiental.

Dejetos suínos são 200 vezes mais poluentes que o esgoto doméstico (Gaspar, 2003). Os dejetos frescos ou não estabilizados, quando utilizados diretamente como adubos, podem inibir a germinação de sementes e o alongamento de raízes, além de contaminar o operador, o solo e os vegetais. (Sediyama *et al.*, 2008).

Com relação aos dejetos bovinos, segundo a metodologia de Oliveira *et al.* (2011), o desenvolvimento das vagens e outros grãos foi mais efetiva quando utilizadas uma quantia de 20 t/há de esterco, sendo que os testes foram com 0, 10, 20, 30, 40 t/há, em condições específicas.

Sistemas de compostagem podem ser acelerados por Microrganismos Eficientes (ME), sendo esta uma ideia nova para discussão. Segundo Vicentini (2009) as amostras contendo ME demonstraram uma eficácia 65% maior do que uma compostagem normal. Testes como esse revelam que a compostagem com ME pode mudar o tempo de espera normal para o término do processo.

A partir destas observações, técnicas de tratamento e reaproveitamento de esterco animais devem ser desenvolvidas e otimizadas. A compostagem, que é um processo biológico em que os microrganismos transformam a matéria orgânica, pode estabilizar os esterco animais, além de agregar valor, os quais poderão ser mais bem aproveitados por agricultores, como potenciais fornecedores de nutrientes para a produção de alimentos diversos.

Assim, com base no problema da poluição ambiental por esterco animais e na potencialidade da compostagem para o tratamento e reciclagem destes resíduos, justifica-se a realização deste trabalho.

2. HIPÓTESES

- O acompanhamento criterioso do processo de compostagem, através de parâmetros físico-químicos auxilia na otimização da técnica;
- Misturas de diferentes esterco animais e resíduos vegetais, planejadas em termos de relação C/N ideal, aumentará a eficiência do processo;
- A utilização de microrganismos potencialmente eficientes inoculados ao sistema de compostagem aumentará a velocidade de degradação dos dejetos animais.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Estabilizar e condicionar esterco animal via compostagem, acompanhando o processo através de ensaios físico-químicos, visando à reciclagem e reutilização destes resíduos de forma segura e ambientalmente adequada.

3.2 Objetivos Específicos

- 1) Reciclar, reutilizar e valorizar esterco suíno e bovino através do processo de compostagem aeróbia;
- 2) Realizar a compostagem de esterco suíno e bovino individualmente e também misturados entre si, em proporção definida;
- 2) Acompanhar constantemente o processo a partir de ensaios físico-químicos, ou seja, temperatura, pH e umidade dos dejetos;
- 3) Analisar a estabilidade final do composto através da relação carbono/nitrogênio;
- 4) Inocular microrganismos potencialmente eficientes ao sistema de compostagem visando aumentar a eficiência do processo;
- 5) Comparar os resultados obtidos nos diferentes substratos, buscando a proposição de sistemas mais eficientes, principalmente em relação ao tempo de compostagem e qualidade do produto obtido;
- 6) Quantificar nutrientes N, P e K nos produtos finais, verificando seu potencial agrônomo;
- 7) Divulgar os resultados em eventos científicos.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O descarte inadequado dos dejetos animais pode causar sérios problemas de contaminação ambiental, inclusive com riscos a saúde humana, através da poluição de águas e do solo.

Estercos animais, dependendo do tipo das instalações e sistemas de tratamento, podem apresentar-se de forma basicamente sólida ou líquida, mas ainda com grandes quantidades de sólidos em suspensão, e elevado teor de matéria orgânica, deixando estes resíduos com grande potencial poluidor.

Técnicas de tratamento de esterco animais são conhecidas mas, no entanto, o maior problema para a adequação das propriedades quanto às exigências da legislação, é que as ações para a melhoria da qualidade do ar e redução do poder poluente dos esterco a níveis aceitáveis requerem investimentos significativos, normalmente acima da capacidade de pagamento do produtor. Por outro lado, a utilização dos esterco suínos como nutriente para as plantas e instrumento de melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, também exige conhecimentos e planos de utilização específicos para cada situação, além de alguns investimentos em captação, armazenagem, transporte e distribuição, nem sempre disponíveis para os pequenos e médios produtores (Perdomo *et al.*, 2001).

Oliveira *et al.* (1993) estimam que um suíno produza 2,35 kg de esterco por dia e 4,9 kg de esterco + urina (valor médio das diferentes fases de amadurecimento, ou seja, porcas em gestação, lactação, machos e leitões desmamados). Este elevado quantitativo de esterco associado ao seu potencial poluidor requerem diferentes tipos de tratamento.

4.1 Sistemas de Tratamento de Esterco Animais

Existem diversas formas eficientes de separação de esterco líquidos, como a utilização de peneiras vibratórias, tambores rotativos e evaporação. Tavares *et al.* (2014) utilizaram esses recursos para observar qual era o melhor processo para separação de esterco líquidos e o resultado foi que tais equipamentos possuem uma diferença insignificante entre o potencial para separação.

A forma mais usual de manejo de esterco é o armazenamento em esterqueiras ou em lagoas, com posterior aplicação no solo (Kunz *et al.*, 2005). Essas opções para estoque/tratamento de esterco suínos demonstram que são ótimas técnicas para pequenos

agricultores.

A utilização de biodigestores é outra opção tecnológica para o manejo dos esterco de suínos, o que permite a valorização do resíduo mediante a utilização do biogás produzido em sistemas de geração de energia e calor (Perdomo *et al.*, 2010).

O biodigestor nada mais é que uma compostagem, porém anaeróbia. O produto da biodigestão é o biogás (metano e gás carbônico). “A digestão anaeróbia é um dos vários processos existentes para tratamento dos resíduos e representa um método bastante atrativo, pois promove a geração do biogás, como fonte de energia alternativa, e do biofertilizante.” (Amorim, 2005). Este processo pode ser utilizado no tratamento tanto de resíduos sólidos como líquidos, para a redução do poder poluente e dos riscos sanitários dos esterco.

Alternativa tecnológica bastante usada é a compostagem de dejetos sólidos.

Existem três sistemas bem elaborados para a compostagem: Sistema de Leiras Revolvidas (*Windrow*), Sistema de Leiras Estáticas Aeradas (*Static pile*) e Sistemas fechados (*in-vessel*) (Massukado *et al.*, 2008).

O Sistema de Leiras Revolvidas (Sistema *Windrow*) é feito misturando lodo (ou outro material) e resíduo estruturante nas leiras que são reviradas de tempos em tempos. Toda vez que o composto é revolvido, a parte que não está recebendo oxigênio entra em contato com a atmosfera, suprimindo a necessidade de O₂ e tendo seu processo biológico por meio aeróbico voltando a ativa. (Fernandes & Souza, 2008; Soares, 2012).

Sistema de Leiras Estáticas Aeradas (*Static Pile*) são leiras subterrâneas ou não que são aeradas por uma bomba que sopra conjuntamente a um biofiltro até chegar a um tubo perfurado e finalmente chegar ao composto. Esse sistema precisa de algumas demandas para funcionar corretamente, retirar o excesso de umidade e manter a temperatura de 60°.

Sistemas fechados ou reatores biológicos (*in-vessel*) oferecem a possibilidade de maior controle sobre todos os parâmetros importantes para o processo de compostagem, portanto, o ciclo da fase termófila (ou termofílica) é reduzido, o que em certos casos conferiu à compostagem em reator a denominação de “compostagem acelerada” (Fernandes & Souza, 2008; Soares, 2012). A compostagem no sistema fechado também é tida como mais eficiente no controle dos patógenos. Outra característica desta alternativa é a maior facilidade para controlar odores, pois o sistema é fechado e a aeração controlada, sendo que depois do término da compostagem, o mau odor não vai ser mais um problema.

As condições processuais que mais influenciam o sucesso da compostagem são: temperatura, pH, razão ponderal carbono/nitrogênio (C/N).

4.1.1 Fases de uma compostagem

As fases da compostagem são observadas principalmente a partir da mudança de pH e temperatura. Existem três fases da compostagem (Kiehl, 1998). A fase imatura do composto, onde ele simplesmente está sobre forma de resíduo. A segunda fase é a bioestabilização, onde o composto atinge um pico de temperatura depois de seu primeiro mês, atingindo a fase termofílica, tornando-se assim composto semicurado. Depois disso o composto resfria e entra na última fase, a humificação, onde o composto tem sua temperatura diminuída até chegar à temperatura ambiente e tornar-se um composto curado, o produto da compostagem. Sabendo disso, podemos confirmar que o pico de temperatura significa o ponto onde os microrganismos estão mais ativos.

4.2 Características Físico-Químicas dos Estercos

4.2.1 Relação C/N e outros parâmetros dos Estercos suínos

A compostagem de Estercos suínos basicamente sólidos, ou seja, das fezes suínas, pode ser realizada da maneira convencional, através de leiras estáticas. A umidade deve ser ajustada para aproximadamente 60%, sendo a umidade inicial superior a este valor.

Quando a compostagem é empregada em Estercos basicamente líquidos (umidade superior a 95%), a primeira dificuldade para a execução da técnica diz respeito à necessidade de remoção da umidade do dejetos, a qual é através de processo evaporativo. Portanto, o manejo do processo deve ser distinto da compostagem convencional (Kunz *et al.*, 2005). Segundo Ricci *et al.* (2006), a relação C/N (Carbono/Nitrogênio) presente no esterco suíno é de 19:1, ou seja, apresenta um teor de nitrogênio muito elevado para iniciar uma compostagem adequada. Para equilibrar essa quantia, outras substâncias devem ser adicionadas ao sistema, como fonte de C.

4.2.2 Relação C/N e outros parâmetros dos Estercos bovinos

Segundo Ricci *et al.* (2006), a relação C/N do esterco bovino é 18:1, ou seja, também apresenta elevada quantidade de N para a compostagem. Apenas por esta relação, a mistura de Estercos numa mesma composteira é desfavorecida, exceto se houver mais substratos para o equilíbrio dessa relação. Se a relação C/N for balanceada pela adição de mais carbono, a mistura de Estercos pode ser fundamental para uma melhor eficiência no processo, devido à presença de diferentes microrganismos.

4.3 Equilíbrio de Carbono e Nitrogênio na Compostagem.

O nível recomendado de C/N na composteira é de 30 Carbonos para 1 Nitrogênio (Cerri *et al.*, 2008), sendo assim, a quantidade de vegetais que serão adicionados deverão compensar o excesso de nitrogênio que os esterco possuem. Serragem possui uma relação de 865:1 (Ricci *et al.*, 2006), ou seja, apenas uma pequena quantidade de serragem já é suficiente para equilibrar a compostagem. Um conteúdo apropriado de nitrogênio e carbono favorece o crescimento e a atividade das colônias de microrganismos envolvidos no processo de decomposição possibilitando a produção do composto em menos tempo.

4.3.1 pH

O pH do composto pode ser um bom indicativo do estado de compostagem dos resíduos orgânicos. Cerri *et al.* (2008) indicaram que durante as primeiras horas de compostagem, o pH decresce até valores de, aproximadamente, 5, e posteriormente aumenta gradualmente com a evolução do processo de compostagem e estabilização do composto, alcançando, finalmente, valores entre 7 e 8. Assim, valores baixos de pH são indicativos de falta de maturação devido à curta duração do processo ou à ocorrência de processos anaeróbios no interior da pilha em compostagem. À medida que os fungos e as bactérias digerem a matéria orgânica libertam-se ácidos que se acumulam e acidificam o meio. Este abaixamento do pH favorece o crescimento de fungos e a decomposição da celulose e da lignina. Posteriormente estes ácidos são decompostos até serem completamente oxidados. No entanto, se existir escassez de oxigênio o pH poderá descer a valores inferiores a 4,5 e limitar a atividade microbiana, retardando, assim, o processo de compostagem. Nestes casos devem-se remexer as pilhas para o pH voltar a subir.

4.3.2 Arejamento

O oxigênio é de vital importância para a oxidação biológica do carbono dos resíduos orgânicos, para que ocorra produção de energia necessária aos microrganismos que realizam a decomposição. Parte dessa energia é utilizada no metabolismo dos microrganismos e o restante é liberado na forma de calor. A decomposição da matéria orgânica pode ocorrer por dois processos: na presença de oxigênio (aeróbio) e na sua ausência (anaeróbio). Quando há

disponibilidade de oxigênio livre, predominam microrganismos aeróbios, sendo os agentes mais destacados os fungos, bactérias e actinomicetes (CERRI *et al.*, 2008). O processo anaeróbio tem o inconveniente da liberação de mau cheiro, devido a não liberação completa do nitrogênio aminado como amônia, com a consequente formação de aminas incompletas, mal cheirosas, as quais devem ser oxidadas para perder esta característica.

O arejamento evita a formação de maus odores e a presença de moscas, o que é importante tanto para o processo como para o meio ambiente. Recomenda-se que se faça o primeiro revolvimento duas ou três semanas após o início do processo, período em que se exige a maior aeração possível. O segundo revolvimento deve ser feito aproximadamente três semanas após o primeiro, ocasião em que se inicia o abaixamento lento da temperatura, indicando o início da estabilização do processo de compostagem.

O arejamento também pode ser realizado cuidando-se na hora da montagem da leira, possibilitando a entrada de oxigênio do sistema com a intercalação de resíduos vegetais e esterco, por exemplo. O Acompanhamento dos parâmetros físico-químicos irá determinar se o revolvimento deve ou não ser realizado.

4.3.3 Temperatura

Um dos fatores de grande relevância no processo de transformação da matéria orgânica é a temperatura do ambiente onde se realiza o processo. De uma maneira geral, quando a matéria orgânica é decomposta o calor criado pelo metabolismo dos microrganismos se dissipa e o material, normalmente, não se aquece. Todavia, na compostagem de resíduos orgânicos em leiras, ou em condições controladas, trabalhando-se com grandes massas, o calor desenvolvido se acumula e a temperatura alcança valores elevados, podendo chegar à cerca de 65 °C (Cerri *et al.*, 2008).

4.4 Microrganismos Eficientes

A utilização de microrganismos benéficos no preparo da compostagem pode gerar uma maior concentração de nutrientes e a ausência de odor no composto, fazendo com que o processo de fermentação do composto ocorra de maneira mais eficaz e rápida. (Vicentini, 2011). A possibilidade de melhorar essa eficiência é um avanço muito grande para o ramo. O tempo necessário para a compostagem é entre 90 e 120 dias (Costa, 2006), porém, outro

método já utilizado previamente que reduz o tempo em 20% é misturado a matéria orgânica com lodo (Silva, 2008), possivelmente devido a presença de maior diversidade de microrganismos. Existem diversas formas de acelerar o processo de compostagem, porém, os microrganismos eficientes se mostraram potencialmente mais “eficientes”.

4.5 Procedência dos Dejetos

A alimentação animal está relacionada com a qualidade dos esterco. Ainda, a medicação e vacinação da criação poderão influenciar diretamente nos sistemas de compostagem devido a potencial presença de substâncias ou seus metabólitos que poderão inibir a ação dos microrganismos. Neste sentido, o monitoramento dos animais que forcem os esterco é fundamental para o sucesso do tratamento.

4.6 Atributos dos adubos (NPK)

O nitrogênio (N) é um dos componentes dos aminoácidos ocupando o centro das moléculas de proteínas, que junto com o magnésio são os únicos componentes da clorofila, que provém do solo. O nitrogênio (N) é o responsável pelo desenvolvimento vegetativo. Um suprimento generoso de N ocasiona um crescimento vigoroso da planta. Este nutriente tem um papel importante na divisão celular. A adubação com nitrogênio (N) é importante pois melhora a qualidade dos grãos, aumenta a produtividade e o teor de proteína. Quando o nitrogênio é aplicado em excesso e a planta não consegue aproveitá-lo totalmente, ela acumula este nutriente sob a forma não proteica. O acúmulo pode levar a uma intoxicação de Nitrato (NO_3^-) principalmente em plantas jovens ou aquelas que estão sofrendo com uma seca ou em solos deficientes de fósforo e potássio. A deficiência de nitrogênio, como acontece com a de magnésio, provoca uma clorose (insuficiência de clorofila) ou amarelecimento das folhas.

O fósforo (P) apesar de ser aproveitado em pequenas quantidades pela planta, não pode faltar ou ser deficiente pois prejudica o crescimento da cultura. Na fotossíntese, ele tem uma função vital, tanto na utilização dos açúcares quanto do amido. Em casos de deficiência, ele migra dos tecidos velhos para os novos. As plantas jovens absorvem o fósforo muito rapidamente. Em níveis adequados de fósforo, as raízes têm um crescimento rápido e intenso. Isto caracteriza a real necessidade de suprir a planta com quantidades adequadas de fósforo,

principalmente nas culturas de ciclo curto. As temperaturas baixas do solo reduzem a absorção de fósforo. A presença de amônia (NH_3) aumenta a absorção do fósforo favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular. A deficiência de fósforo se caracteriza por um avermelhamento das folhas e do talo. Quando a absorção de fósforo é menor que as necessidades, verifica-se um acúmulo de açúcar nos tecidos das plantas favorecendo a formação de um pigmento chamado antocianina que dá o colorido às folhas. Mas deve-se tomar cuidado quando atribuir o avermelhamento à deficiência de fósforo. A baixas temperaturas, os estragos causados por insetos às raízes e às folhas, ação dos ventos e do granizo, e danos às raízes, são responsáveis pela planta apresentar um avermelhamento das folhas. São importantes as análises do solo e foliar para determinar se a deficiência é relativa ao fósforo.

O potássio (K) é também importante para as plantas. Embora as culturas exijam grandes quantidades de K, a solução do solo pode apresentar pequenas quantidades. Por isto, a necessidade de uma liberação constante do íon K^+ para a solução do solo. Ele é importante para a formação de frutos de qualidade e resistência das plantas ao frio e às doenças. Ele age na translocação do açúcar e é necessário para a formação de aminoácidos e proteínas. Plantas bem supridas de potássio resistem mais ao murchamento. Caules fracos ocorrem quando o nível de nitrogênio é alto e o do potássio é baixo.

5. METODOLOGIA

Utilizamos de células especiais para a compostagem, com um volume aproximado de 0,40 m³. A organização dos Estercos animais foi em duplicatas, na seguinte sequência:

- T1R1 e T1R2 100% Esterco suínos sem ME (Microrganismos Eficientes);
- T2R1 e T2R2 50% Esterco suínos e 50% Esterco bovinos sem ME;
- T3R1 e T3R2 100% Esterco bovinos sem ME;
- T4R1 e T4R2 100% Esterco suínos com ME;
- T5R1 e T5R2 50% Esterco suínos e 50% Esterco bovinos com ME;
- T6R1 e T6R2 100% Esterco bovinos com ME;

Para a captura dos microrganismos potencialmente eficientes (ME), foram preparadas iscas de captura, com a utilização de arroz animal previamente cozido a 100 °C por 40 minutos. Foram adicionados 50 g do substrato em um recipiente cilíndrico (diâmetro de 7 cm e altura de 2 cm). As iscas ficaram dispostas em ambiente natural por 48-96 horas, separando-se manualmente as colônias coloridas de bactérias (pois estas fazem parte dos microrganismos regenerativos), após este período, replicando-se os microrganismos em melaço de cana para posterior inoculação nas leiras (Andrade *et al.*, 2014).

O equipamento utilizado para a medição de temperatura foi um Termômetro de solo analógico, c/ haste de 60 cm, na prática, posicionamos o termômetro de 8 a 10 cm do fundo da célula para buscar a homogeneidade da medição, já que se posicionássemos o termômetro num ponto muito fundo, iria ser desigual para com o topo da leira. A medida foi realizada em três pontos na composteira, a primeira foi a 5 cm da borda superior da célula, o segundo ponto a 5 cm da borda inferior da célula, e o terceiro ponto foi no meio da célula, buscando uma aproximação em todas as medidas.

Caso houvesse ausência do equipamento nas medições, a alternativa foi um termômetro de mercúrio, porém a precisão não foi a mesma, podendo variar entre 2 e 3 °C.

O equipamento para a medição de pH foi o pHmetro portátil ExStik® pH100 Extech. Na prática, utilizamos três pontos referenciais na leira, na mesma posição do termômetro, para buscar homogeneidade na medida. Foi cavado buracos manualmente, até o centro na composteira, na qual posicionamos o eletrodo plano no esterco até estabilizar o medidor.

Caso houvesse ausência do equipamento, nós coletávamos amostras de cada buraco na célula e usamos o método de quarteamento, onde a amostra é cortada em quatro, e dessas quatro partes, dois quadrantes eram devolvidos para a leira e os dois quadrantes restantes eram levados para laboratório e medidos em um pHmetro de laboratório. Lá, eram separados 10 gramas em uma balança, e despejados em um Becker de 50 ml e depois eram adicionados 20 mL de água destilada e eram misturados por 3 min até buscar uma diluição.

O equipamento utilizado para medir a condutividade das leiras foi um "Spectrum SMEC300 Water Scout". Na prática, utilizamos três pontos referenciais para estabelecer as médias na composteira, utilizando dos mesmos buracos realizados para a medição do pH, foi utilizado o condutivímetro para mensurar os dados em mS (miliSiemens = 10^{-3}). O equipamento foi posicionando aproximadamente do centro da leira para buscar uma homogeneidade do sistema.

Houveram momentos em que tivemos que revirar a leira por falta de oxigenação do sistema, essa oxigenação é um dos principais fatores da compostagem e estávamos buscando diversas formas menos brutas de aerar. A primeira alternativa era fazer pequenos furos de 2 cm de diâmetro para a aeração de toda a leira. Essa possibilidade foi descartada por o diâmetro da haste do termômetro era mais ou menos essa e apenas os furos que fazíamos para medir a temperatura não estavam bons o suficiente para a execução da aeração. A segunda alternativa era colocar um cano furado para aerar diretamente do ambiente para dentro da leira. Resolvemos excluir essa ideia pelo fato de que havíamos pouco tempo de material para executar isso, então resolvemos fazer o método mais bruto e eficaz que era revirar manualmente. Usamos um Garfo, usado na agricultura para revirar o fundo da leira para cima, e percebemos que havia pouco oxigênio no fundo mesmo, pois a composteira possui um sistema natural de eliminação de patogênicos, e na hora de revirar, notamos uma imensa quantidade de larvas no fundo o que nos fez pensar que se não tivéssemos pensado nisso antes, o projeto poderia ter demorado muito mais.

A construção das Células de Compostagem com ME foi uma semana após a construção das sem ME, então todos os dados das composteiras com ME são de uma semana antes se for comparar os dias de ação dos microrganismos.

O teste de umidade das Células de Compostagem é feito nos exemplos padrões, na qual uma amostra é retirada da leira, depois ocorre o método de quarteamento e é levada para o laboratório, onde pesamos antes de secar. A temperatura para a secagem é de 65°C por 24 a

48 h, dependendo da massa antes da secagem. A massa anterior á secagem, possui umidade, ou seja, a massa não é 100% esterco. Após a secagem, a água presente ali evapora, sobrando apenas esterco. A conta para o calculo de umidade é demonstrada a seguir:

Massa antes da secagem (aproximadamente 10g) -----100% (massa total)

Massa após a secagem (sem massa aproximada (g))----- x% (massa esterco)

$100\% - x\% = y\%$ (porcentagem de umidade)

Compostos como os esterco são ricos em nitrogênio, mas para os microrganismos poderem agir sem nenhum problema, esses níveis devem ser balanceados com mais carbono para o processo não ser dificultado. Os níveis de C/N (Carbono/Nitrogênio) devem estar em 19/1 num composto imaturo (Ricci et al. 2006), e chegar em 30/1 em um composto estável. Para as medições de Relação C/N serão utilizadas (estes testes não foram realizados até o prazo da entrega deste documento final) técnicas de incineração e teste de Nitrogênio Kjeldahl.

Para o teste de incineração, a amostra de esterco será adicionada em um cadinho e colocada na Mufla á 800°C, onde a pesagem das cinzas determinará a quantidade de carbono presente na amostra.

A relação C/N será realizada ao final da compostagem, através de análises de carbono orgânico total e nitrogênio Kjeldhal (Claessen *et al.*, 1997, Silva, 2009). Avaliações nutricionais serão também realizadas ao final dos tratamentos, mensurando-se as concentrações de N, P e K (Silva, 2009). Fósforo (P) foi por espectrometria UV-visível e K através de fotometria de chama.

Estimativas bibliográficas:

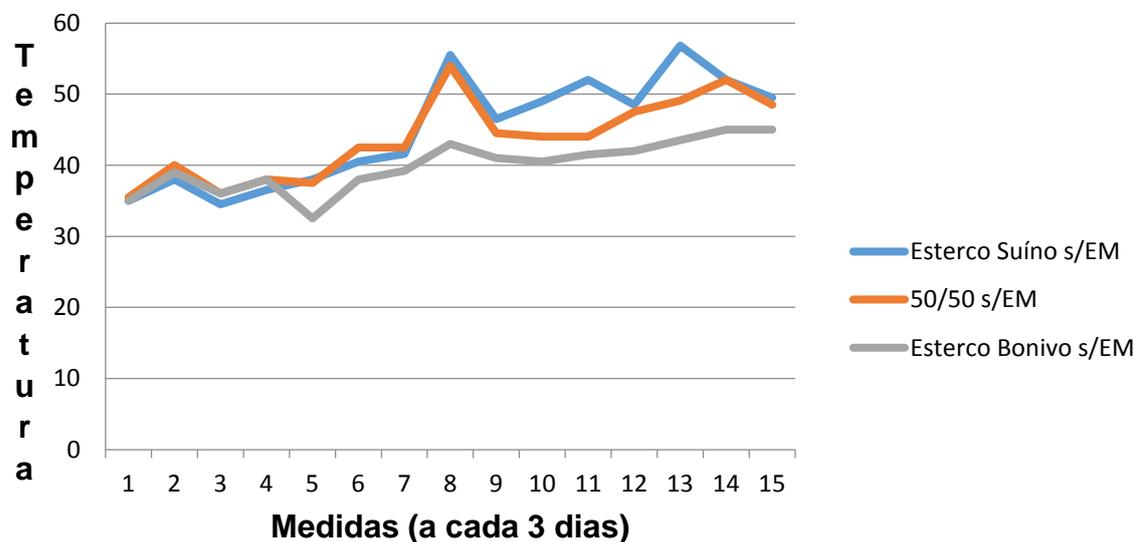
Segundo a pesquisa bibliográfica, a umidade necessária durante a compostagem deve ser mantida entre 60% e 70%, sendo 65% a umidade ideal para o processo.

O pH da leira imatura normalmente é de pH 5,0, mas quando a fase matura do composto está ativo, chega entre 7 e 8 de pH (Cerri *et al.*, 2008).

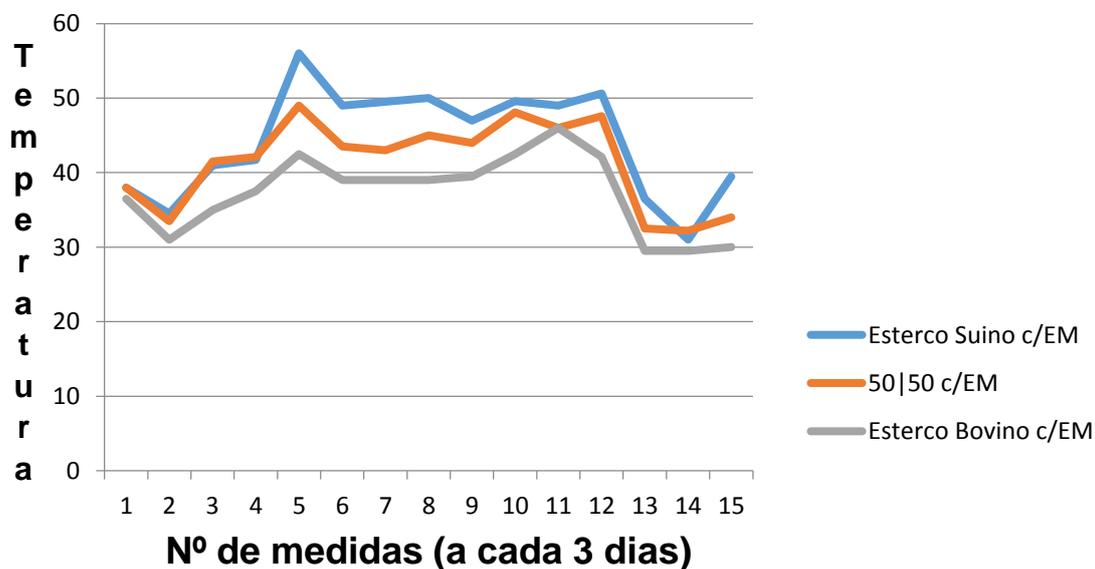
A temperatura, quando o sistema está ativo, possui tendências de chegar á 65°C (Cerri *et al.*, 2008).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 apresenta a evolução da temperatura das composteiras sem Microrganismos Eficientes (EM ou ME) (A) e com Microrganismos Eficientes (B).



(A)



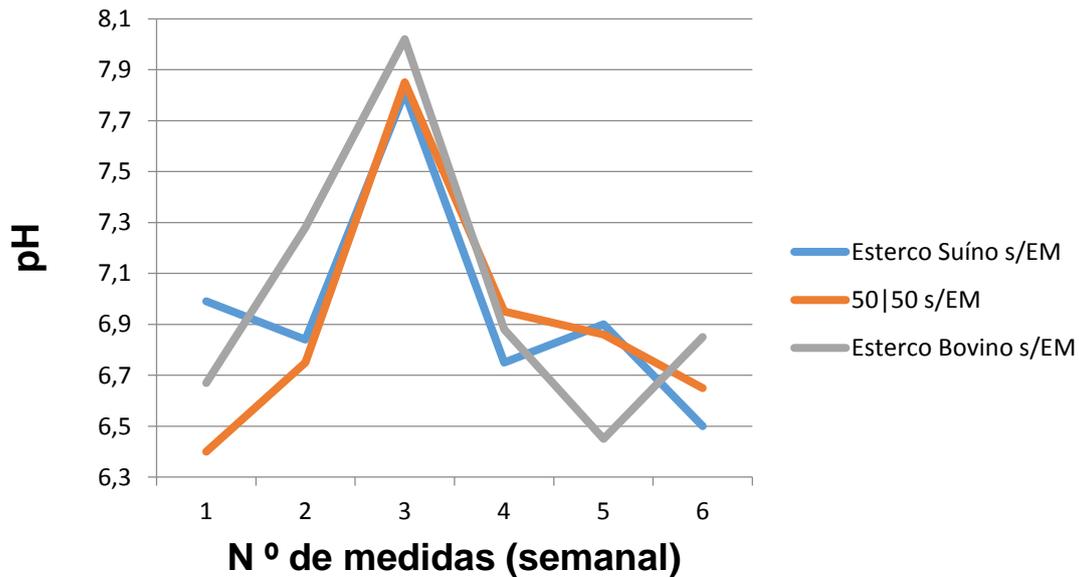
(B)

Figura 1. Evolução da Temperatura nas composteiras sem EM (A) e com EM (B).

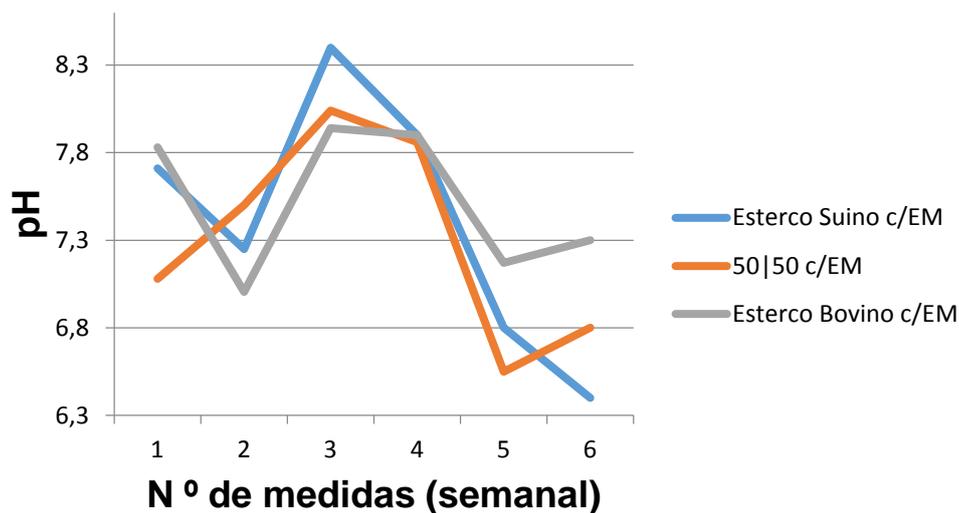
Mesmo ainda sem a análise estatística dos dados, é possível perceber uma tendência de atingimento da temperatura máxima de forma antecipada nas composteiras com a presença de EM, sendo este um bom indicador de eficiência destes, necessitando certamente de maiores

avaliações e da conclusão das análises para comprovar os resultados. Ainda, em ambos os tratamentos, a temperatura das composteiras unicamente de esterco suíno tende a ser maior que as demais composteiras, possivelmente devido a maior diversidade de microrganismos e/ou melhor relação C/N, o que ainda será investigado.

A Figura 2 apresenta a evolução do pH das composteiras sem Microrganismos Eficientes (EM ou ME) (A) e com Microrganismos Eficientes (B).



(A)



(B)

Figura 2. Evolução do pH nas composteiras sem EM (A) e com EM (B).

A elevação do pH notadamente na terceira medição indicava um ambiente saudável para os microrganismos. No entanto, em ambos os tratamentos houve queda no pH, possivelmente devido à baixa oxigenação dos sistemas de tratamento, uma vez que visivelmente foi possível perceber que os esterco ainda não estavam estabilizados. Há necessidade de continuar acompanhando a evolução do pH, assim como a estabilização dos dejetos através da relação C/N. A baixa oxigenação pode se dar devido à profundidade das composteiras e também devido às células serem fechadas lateralmente, o que dificulta a entrada de oxigênio e favorece o acontecimento de processos anaeróbios, baixando o pH.

Os resultados da condutividade deverão também ser organizados e apresentados, juntamente com os dados de C e N e dos nutrientes, ao final do acompanhamento, possibilitando então uma maior discussão dos resultados.

7. CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo realizar a compostagem com acompanhamento do processo por análises físico-químicas na intenção de otimizar futuramente o tratamento, principalmente pela ação de microrganismos eficientes, verificando qual dos processos seria mais eficiente (esterco suíno, esterco bovino, 50% bovino + 50% suíno). Com os resultados obtidos até agora foi possível perceber uma tendência de melhor estabilização nos dejetos suínos, observando principalmente o parâmetro “temperatura”, mas podem ser equivocado estabelecer relações definitivas entre os resultados, principalmente devido a necessidade de maior tempo para a estabilização dos dejetos.

É notória a necessidade de continuação das análises de temperatura e pH, com futura verificação da estabilização dos dejetos via relação C/N, condutividade, mensuração dos nutrientes, além da aplicação dos produtos finais na produção de alimentos, como na produção de alface.

8. REFERÊNCIAS

Amorim, A.; **Avaliação do Potencial de Impacto Ambiental e do Uso da Compostagem e Biodigestão Anaeróbia na Produção de Caprinos**, 2005.

Andrade, P. B; Rossa, U. B; Somensi, C. A; Souza, A. L. F; Santos, V. M. C. S. **Avaliação de Diferentes Substratos na Captura de Microrganismos Potencialmente Eficientes na Agricultura**. In: *II Congresso Nacional do Ensino Agrícola – CONEA*, 2014.

Cerri, C. E.; Oliveira E. C.; Sartori R. H.; Garcez T. B.; **Compostagem** , 2008.

Claessen, M. E. C.; Barreto, W. O.; De Paula, J. L.; Duarte, M. N. **Manual de métodos de análise de solo**, 2ª edição revista e atualizada, EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa em Solos, Rio de Janeiro, 1997.

Correa, R. M.; Pinto, J. E.; Reis, E. S.; Oliveira, C.; Castro, E. M.; Brant, R. S.; **Características anatômicas foliares de plantas de orégano (*Origanum vulgare* L.) submetidas a diferentes fontes e níveis de adubação orgânica**, 2009.

Costa, M. S.; Costa, L. A.; Pelá, A.; Silva, C. J.; Decarli L. D.; Matter U. F.; **Desempenho de quatro sistemas para compostagem de carcaça de aves**; R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.10, n.3, p.692–698, 2006.

Fernandes, F & Souza, S. G.; **Aproveitamento do Lodo Gerado em Estações de Tratamento de Água e Esgotos Sanitários, Inclusive com a Utilização de Técnicas Consorciadas com Resíduos Sólidos Urbanos**; p. 50; 2005.

Gaspar, R. M. **Utilização de Biodigestores em Pequenas e Médias Propriedades Rurais com Ênfase na Agregação de Valor: Um Estudo de Caso na Região de Toledo-PR**, p. 2, 2003.

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

Kunz, A.; Higarashi, M. M.; Oliveira, P. A.; **Tecnologias de Manejo e Tratamento de Esterco de Suínos Estudadas no Brasil**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-665, set./dez. 2005

Massukado, L. M.; Castro, M. C.; Leite, W. C.; Pires, A. M.; Zanta, V. M.; Schalch, V.; **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**, 2008.

Oliveira, A. P; Araújo, J.S.; Alves, E.U.; Noronha, M.A.; Cassimiro, C.M.; Mendonça, F.G. **Rendimento de feijão-caupi cultivado com esterco bovino e adubo mineral**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 19, n. 1, p. 81-84, março, 2001. .

Oliveira, P. A. V; Martins, R. R; Pedroso, D; Lima, G. J. M. M; Lindner, E. A; Belli Filho, P; Castilho Jr., A. B; Silveira, V. R; Baldissera, I; Mattos, A. C; Gossmann, H; Cristmann, A; Bonett, E; Hess, A. **Manual de manejo e utilização dos Estercos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993. 188p.

Perdomo, C. C; Lima, G. J. M. M; Nones, K. **Produção de Suínos e Meio Ambiente**. In: *9º Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura*, Gramado/RS, 2001, p. 8 – 24.

Perdomo, C.; Kunz, A.; Stolberg, J.; Vivan, M.; Techio, V.H., **Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em Estercos de suínos**. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.14, n.3, p.320–325, 2010

Ricci, M. S.; Neves, M. C.; Nannetti, A. N.; Moreira, C. F.; Menezes, E. L.; Silva, E.; Caixeta I. F.; Araújo, J. B.; Leal, M. A.; Fernandes, M. C.; Almeida, P. S.; Pedini, S. **Relações C:N de diferentes resíduos**, 2006.

Sediyama, M. A.; Vidigal, S. M.; Pedrosa, M. W.; Pinto, C. L.; Salgado L. T. **Fermentação de Esterco de Suínos para Uso como Adubo Orgânico**. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.12, n.6, p.638–644, 2008

Silva, A. G.; Leite, V. D.; Pereira, M. M.; Prasad, S.; Feitosa, W. B.; **Compostagem aeróbia conjugada de lodo de tanque séptico e resíduos sólidos vegetais**. Eng. Sanit. Ambient. vol.13, n. 4, Rio de Janeiro, Oct./Dec. 2008.

Silva, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**, 2ª edição. EMBRAPA, 2009

Soares, L. M.; **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**, 2012.

Tavares, J.M.; Ferreira, L.J.; Delgado, M.E.; Belli Filho, P.; Oliveira, P.A.; Duarte, E.C.; **Eficiência do Processo de Separação Sólido-Líquido em Estercos de Suínos**.

Vicentini, L. S.; Carvalho, K.; Richter, A. S.; **Utilização de Microrganismos Eficazes no Preparo da Compostagem**. Rev. Bras. De Agroecologia, v. 4, n.2, 2009.

ANEXOS

Tabela 1 - Relação Carbono/Nitrogênio de diversos resíduos:

Esterco Bovino	18/1	<i>Crotalaria Juncea</i>	26/1
Esterco de Aves	10/1	Capim Colonião	27/1
Esterco Suíno	19/1	Capim Jaraguá	64/1
Esterco de Ovinos	15/1	Capim-limão(cidreira)	62/1
Esterco de Equinos	18/1	Capim pé-de-galinha	41/1
Cama de Aviário	14/1	Capim mimoso	79/1
Laranja: Bagaço	18/1	Capim guiné	33/1
Mandioca: folhas	12/1	Capim Gordura	81/1
Mandioca: hastes	40/1	Banana: talos de cachos	61/1
Café: borra	25/1	Banana: folhas	19/1
Café: palha	31/1	Trigo: palhas	70/1
Café: casca	53/1	Mandioca: ramas	40/1
Arroz: casca e palha	39/1	Mandioca: cascas de raízes	96/1
Serragem de Madeira	865/1	Aveia: cascas	63/1
Sangue seco	4/1	Aveia: palhas	72/1
Algodão: casca de sementes	78/1	Abacaxi: fibras	44/1
Cápsulas de Mamona	44/1	Eucalipto: resíduos	15/1
Milho: palha	112/1	Torta de mamona	10/1
Milho: sabugos	101/1	Torta de cacau	11/1
Feijão: palha	32/1	Torta de coco	12/1
Gramma batatais	36/1	Torta de babaçu	14/1
Gramma seda	31/1	Serrapilheira	17/1
Mucuna Preta: Sementes	14/1	Samambaia	109/1
Feijão guandu	29/1	Cana-de-açúcar: Bagaço	22/1
Feijão-de-porco: folhas	19/1	Feijão-de-porco: vagens	49/1

Fonte: RICCI *et al.* (2006).