



**THAÍS APARECIDA COSTA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DA EFICÊNCIA DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS NA  
COMPOSTAGEM DE PALHA DE CAFÉ**

**INCONFIDENTES – MG  
2013**

**THAÍS APARECIDA COSTA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DA EFICÊNCIA DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS NA  
COMPOSTAGEM DE PALHA DE CAFÉ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito para conclusão do curso superior de Tecnologia em Gestão Ambiental do IFSULDEMINAS – campus Inconfidentes.

Orientador: D. Sc. Cleber Kouri de Souza

Co – orientador: M. Sc. Luiz Flávio Reis Fernandes

**INCONFIDENTES – MG  
2013**

**THAÍS APARECIDA COSTA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DA EFICÊNCIA DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS NA  
COMPOSTAGEM DE PALHA DE CAFÉ**

Data de aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2013

---

DSc. Cleber Kouri de Souza  
(IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes)

---

MSc. Luiz Flávio Reis Fernandes  
(IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes)

---

Esp. Odilon França de Oliveira Neto  
(IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes)

Pode ser que os dragões sejam moinhos de vento.  
(Engenheiros do Hawai)

Pra quem tem pensamento forte, o impossível é só questão de opinião.  
(Chorão)

Dedico a João e Ivone,  
os quais carinhosamente atendem por Pai & Mãe.

Acredito que não é possível descrever em palavras o quão importante foi a participação de tantas pessoas, a ocorrência de tantos acontecimentos para que eu chegasse até aqui, afinal, a conclusão de um curso vai além das pesquisas e estudos.

Creio que primeiramente devo agradecer como de praxe a Deus, não pelo fato disso ter se tornado comum nos agradecimentos e sim devido a descoberta da força que ele realmente me deu e em momentos que não foram divididos com ninguém. A partir Dele, também devo agradecer a minha protetora Santa Rita de Cássia, a qual acredito que me acalmo em muitos os momentos para que eu jamais perdesse o foco.

Porém, acho que devo eterna gratidão por este momento especial entre tantos outros aos meus amados Pai, Mãe e João Paulo, família mais especial do mundo, pelos quais choro só de imaginar. Espero que esta seja apenas uma de muitas alegrias que poderei lhes dar nesta vida.

Agradeço aos profissionais que com sua sabedoria tanto me ajudaram, Cléber, meu orientador, sempre atencioso e paciente; Luiz Flávio que além da co – orientação, sempre foi motivo para que eu me espelhasse; Odilon e Aline, que me ajudaram muito com as práticas de laboratório; enfim, creio que vocês foram essenciais para que este trabalho fosse concluído.

Claro que não poderia deixar de agradecer aos amigos da faculdade, família postiça, que hoje são parte da minha vida. Em especial agradeço ao Gustavo, Éder (Borda), Eron, Heloisa e Larissa Xavier que me ajudaram muito para eu concluísse este projeto. Porém são muitos aqueles que contribuíram na minha vida por aqui. Gratidão a Juninho, Marielle, Bruno, Três Pontas, Léo “Bunitinho”, Léozão, Natália, Dandan, Laís, Andressa, Daniela Custódio, Ítutinga, Moi, Giordana, Larissa Reis, Diego, Jacson, José Lucas e Sara.

Não posso deixar de agradecer aos grandes amigos e familiares que deixei quando vim viver como gente grande. Obrigada em especial, às tias Cida, Dirce, Sônia, Guilhermina e Penha, aos primos Aline, Ana, Ricardo, Marcão, Marília, Matheus, Rose, Emerson e Lucas aos tios Didi ao e Cido e aos demais familiares, ainda agradeço a Thaís, Ingrid, Arina, Marina, Arthur, Letícia e Fabiano.

Claro, que não poderia deixar de agradecer um mocinho muito especial na minha vida, Douglas, que me fez amadurecer e me deu tanta força nesta etapa.

Gratidão a todos!

## LISTA DE SIGLAS

**ABRELPE** - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.

**C** – Carbono.

**CONAB** - Companhia Nacional de Abastecimento.

**CT** – Carbono total.

**CTC** – Capacidade de Troca de Cátions.

**DBC** – Delineamento em Blocos Casualizados.

**EB** – Esterco bovino.

**EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias.

**ES** – Esterco Suíno.

**FDA** – Fibra em detergente ácido.

**FDN** – Fibra em detergente neutro.

**IN** – Instrução Normativa.

**L** – Litro.

**LBF** – Legislação Brasileira de Fertilizantes.

**MAPA** - Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento.

**ml** – Mililitro.

**N** – Nitrogênio.

**Na<sup>+</sup>** - Sódio.

**NT** – Nitrogênio total.

**O<sub>2</sub>** – Oxigênio.

**PNRS** – Política Nacional de Resíduos Sólidos.

**Relação C:N** – Carbono:Nitrogênio.

**RS** – Resíduos Sólidos.

**RSU** – Resíduos Sólidos Urbanos.

**SDA** – Secretaria de Desenvolvimento Agrário.

**U** – Umidade.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO GERAL.....	3
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	4
3.1. RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL.....	4
3.2. COMPOSTAGEM.....	5
3.3. COMPOSTOS OU FERTILIZANTES ORGÂNICOS.....	6
3.3.1. Classificação dos fertilizantes orgânicos.....	6
3.4. FATORES QUE INFLUENCIAM A COMPOSTAGEM.....	8
3.5. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL AOS FERTILIZANTES ORGÂNICOS.....	9
3.5.1. Política Nacional de Resíduos Sólidos.....	9
3.5.2. Lei nº 6.894 de 16 de dezembro de 1980.....	9
3.5.3. Decreto nº 4.954 de 14 de janeiro de 2004.....	10
3.5.4. Instrução Normativa nº 25 de 31 de agosto de 2009.....	10
3.6. OS RESÍDUOS ORGÂNICOS DE ORIGEM AGRÍCOLA.....	11
3.6.1. Palha de café.....	12
3.6.2. Esterco bovino.....	12
3.6.3. Esterco suíno.....	13
3.7. BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DO COMPOSTO ORGÂNICO.....	14
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
4.1. LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO E PERÍODO DE EXPERIMENTAÇÃO.....	16
4.2. OS RESÍDUOS.....	16
4.3. PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	17



4.4.	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E MISTURAS.....	18
4.5.	IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	18
4.6.	CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	19
4.7.	PARÂMETROS FÍSICO QUÍMICO ANALISADOS.....	19
4.7.1.	Procedimentos experimentais.....	19
4.8.	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS.....	20
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
6.	CONCLUSÃO.....	32
7.	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## RESUMO

O aumento populacional junto a uma infinidade de fatores faz com que a cada dia o volume de resíduos produzidos aumente gradativamente, com isso torna – se necessário à destinação final de forma adequada, a fim de minimizar e evitar impactos causados ao meio ambiente. Entre os resíduos produzidos encontram – se em meio à problemática ambiental, os resíduos de origem das atividades agropecuárias. Assim, uma das formas mais antigas de destinação destes resíduos é a compostagem, a qual tem por finalidade reciclar nutrientes, reduzir volume, propiciar a redução de custos da produção e aumento da qualidade dos produtos. A partir disso, este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de esterco bovino e suíno cru na compostagem da palha de café sob diferentes combinações. O experimento foi conduzido em casa de vegetação e utilizou o delineamento em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 3 x 3, com 4 repetições. Ao final de 30 dias, foram avaliadas as variáveis: carbono: nitrogênio (C:N), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), pH e umidade. Através da análise estatística por meio do teste de F concluiu – se que, a adição de 25% de esterco bovino do volume total da palha de café apresentou os melhores índices para todas as variáveis analisadas e a incorporação de 50% de esterco bovino junto de 50% de esterco suíno em relação ao total de palha de café apresentou melhores respostas com exceção da variável FDA. Desta forma, a destinação destes resíduos por meio de compostagem apresentou-se viável.

**Palavra – chave:** fertilizante orgânico, resíduos vegetais, dejetos animais.

## **ABSTRACT**

Population growth along with a multitude of factors makes each day the volume of waste produced gradually increase, makes it - if necessary to properly disposed of in order to minimize and avoid impacts on the environment. Among the wastes produced are - in the midst of environmental problems, waste of origin of agricultural activities. Thus, one of the oldest forms of disposal of these wastes is composting, which is intended to recycle nutrients, reduce volume to provide reduced production costs and increased product quality. From this, this study aimed to evaluate the efficiency of raw pig manure and straw composting coffee under different combinations. The experiment was conducted in a greenhouse and used a randomized block design (DBC) in 3 x 3 factorial design, with four replications. At the end of 30 days following variables were evaluated: carbon: nitrogen (C: N), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), pH and moisture. Through statistical analysis by means of the F test concluded – that, the addition of 25% manure the total volume of coffee straw showed the highest rate for all variables and the incorporation of 50% manure with 50% of pig manure in relation to total coffee straw showed better responses except for the variable FDA. Thus, the disposal of this waste by composting presented feasible.

**Key – word:** fertilizer residue, compost.

## **1. INTRODUÇÃO**

O constante crescimento populacional faz com que a cada dia a demanda por alimentos aumente gradativamente, junto a isso ocorre o aumento do volume de resíduos gerado acarretando em impactos ambientais negativos.

Assim, a destinação final adequadas dos resíduos tem sido essencial, uma vez que, muitos dos resíduos gerados possuem caráter altamente poluente. A partir disso, tem-se buscado inovações tecnológicas que resultem na produção de alimentos mais saudáveis, por menores custos que respeitem o meio ambiente. Dentre estas tecnologias encontra-se a compostagem que é uma das formas mais antigas de destinação final de resíduos orgânicos a qual visa a reutilização dos mais variados resíduos orgânicos para fins de fertilização.

Entre os resíduos produzidos na área de produção animal, encontram – se os dejetos de origem das bovinoculturas e suinoculturas, atividades estas, que são representativas na economia do Brasil, uma vez que o país encontra – se em segundo lugar no ranking mundial de exportação de carne bovina e exporta cerca de 7,5 % da carne suína mundial (IBGE, 2008).

Além disso, tais atividades geram um volume de dejetos consideráveis, os quais necessitam de tratamentos específicos em sua destinação, visto que a utilização para fertilização destes na forma “crua” proporciona danos para algumas culturas e impactos ao meio, como contaminação dos lençóis freáticos, proliferação de vetores entre outros.

Outros resíduos orgânicos, como os de origem do beneficiamento do café necessitam de destinação final adequada, devido ao fato de que a produção de café no país é considerável atingindo segundo a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), cerca de 41,89 milhões de sacas de café no ano de 2011. No entanto, a destinação destes resíduos diretamente ao solo para fins de nutrição apresentam dificuldades de disponibilização de nutrientes, devido sua alta relação carbono: nitrogênio (C:N).

Sendo assim, a combinação de dejetos de origem das bovinoculturas e suinoculturas junto aos resíduos do beneficiamento de café no processo de compostagem pode solucionar a problemática destes resíduos proporcionando benefícios ambientais e econômicos.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Avaliar diferentes combinações de esterco bovino e suíno cru no processo de compostagem de palha de café.

### **2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar qual combinação de esterco bovino suíno proporciona melhores índices de compostagem.
- Reaproveitar os resíduos orgânicos afim de promover a reciclagem de nutrientes.
- Avaliar a viabilidade da destinação destes resíduos através do processo de compostagem minimizando impactos ambientais causados pela destinação final inadequada.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1. RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL**

A poluição do ambiente tornou-se motivo de preocupação por todo o mundo, devido ao alto crescimento econômico associado à necessidade e exploração racional dos recursos sustentáveis (Ribeiro, 2007).

Com o intuito de regulamentar a disposição final dos resíduos produzidos no Brasil, foi instituída no ano de 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos, por meio da Lei Federal 12.305, a qual fundamenta-se no estabelecimento de diretrizes relativas a todos os processos de gerenciamento de resíduos sólidos (RS), incluindo destinação final, política reversa (PNRS, 2010) entre outras formas de controle para minimizar os efeitos dos resíduos no ambiente.

Um dos fatores que justifica a necessidade de um gerenciamento efetivo dos resíduos sólidos, é o fato de que a geração per capita de resíduos sólidos urbano (RSU) tem aumentado, visto que no ano de 2010 estudos da ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais) constatou um volume de  $378 \text{ kg}^{-1}\text{hab}^{-1}\text{ano}^{-1}$  e no ano de 2011 a mesma pesquisa verificou um valor de  $381,6 \text{ kg}^{-1}\text{hab}^{-1}\text{ano}^{-1}$ , sofrendo assim um aumento de 0,8% na geração.

Todavia, destinar resíduos merece atenção, uma vez que existem resíduos de origens variadas, os quais devem receber tratamentos específicos de destinação. Segundo a ABRELPE (2011), 42,94% dos resíduos sólidos urbanos gerados no mesmo ano recebem destinação final inadequada e entre os adequados, pouco mais de 58 % são destinados à aterros sanitários, aterros controlados e lixões.

Além dos resíduos produzidos nas áreas urbanas, tem origem os de atividades agrícolas, agropecuárias, agroindustriais e outros (Valente et al., 2009). Este são em áreas rurais, de forma que a destinação final adequada torna-se pouco comum, assim resíduos agrícolas como os dejetos animais acabam por impactar negativamente o ambiente.

Devido a estes problemas ambientais e também os aspectos econômicos, torna-se crescente a necessidade de utilizar diferentes resíduos orgânicos para fins agrícolas, a fim de promover a reciclagem de carbono e de nutrientes (Ribeiro, 2007). Para buscar tais benefícios entre outros mais, muitos dos resíduos produzidos são destinados ao processo de compostagem, que é uma das técnicas mais antigas empregadas no tratamento de resíduos orgânicos e se dá de forma facilitada por um baixo custo (Orrico Junior et al., 2007).

### 3.2. COMPOSTAGEM

A compostagem é definida como um processo que ocorre sob controle da decomposição microbiana de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea que pode se apresentar na forma sólida e úmida (Kiehl, 1985).

De acordo com Nunes (2009), a compostagem é a técnica utilizada para obter em menor espaço de tempo a estabilização ou humificação da matéria orgânica por meio controlado, que na natureza, sem nenhuma forma de controle, se dá em tempo indeterminado.

Este processo de degradação da matéria orgânica com presença de ar, deve buscar a obtenção de um produto final estável, sanitizado, rico em compostos húmicos e cuja utilização não ofereça riscos ao meio ambiente (Valente et al., 2009), ou seja, deve fornecer compostos inorgânicos que nutrem especialmente as plantas e outros microrganismos (Gomes et al., 2008).



Este também deve ser visto como um processo diretamente relacionado com o tratamento de resíduos orgânicos sejam eles de origem urbana, industrial, agropecuário, agroindustrial ou florestal (Cerri et al., 2008 ; Eckhardt, 2011).

### 3.3. COMPOSTOS OU FERTILIZANTES ORGÂNICOS

A Legislação Brasileira de Fertilizantes (LBF), através do Decreto nº 4.954/2004, define como fertilizantes orgânicos os produtos de natureza fundamentalmente orgânica, obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matérias-primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, enriquecido ou não de nutrientes minerais.

Os orgânicos são obtidos de matérias-primas de origem animal ou vegetal e podem ser provenientes do meio rural ou urbano e estes podem ser enriquecidos por nutrientes de origem mineral, ou seja, não orgânica (Souza e Alcântara, 2008).

O composto orgânico é o produto final da decomposição aeróbia de resíduos vegetais ou animais e atua como condicionador e melhorador das propriedades físicas, químicas e biológicas de solo, fornecendo nutrientes, favorecendo um rápido enraizamento e aumentando a resistência das plantas (Souza e Alcântara, 2008).

#### 3.3.1. Classificação dos fertilizantes orgânicos

Por meio do Decreto nº 4.954/2004, a LBF classifica os fertilizantes orgânicos como:

*Fertilizante orgânico simples* – produto natural de origem vegetal ou animal, contendo um ou mais nutrientes de plantas.

*Fertilizante orgânico misto* – produto de natureza orgânica, resultante da mistura de dois ou mais fertilizantes orgânicos simples, contendo um ou mais nutrientes de plantas.

*Fertilizante organomineral* – produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos.

*Fertilizante orgânico composto* - produto obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matéria-prima de origem industrial, urbana ou rural, animal ou vegetal, isoladas ou misturadas, podendo ser enriquecido de nutrientes minerais, princípio ativo ou agente capaz de melhorar suas características físicas, químicas ou biológicas.

Segundo a Instrução Normativa da Secretária de Desenvolvimento Agrário (SDA) nº 25/2009 do MAPA, os fertilizantes orgânicos simples, mistos e compostos organominerais passaram a ser classificados de acordo com as matérias – primas utilizadas na sua produção em:

Classe “A” – Fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza de matéria – prima de origem vegetal, animal ou de processamento da agroindústria, onde não sejam utilizados no processo o sódio ( $\text{Na}^+$ ), metais pesados, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos.

Classe “B” – Fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza matéria – prima oriunda de processamento da atividade industrial ou da agroindústria, onde o sódio ( $\text{Na}^+$ ), metais pesados, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos são utilizados no processo.

Classe “C” – Fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza qualquer quantidade de matéria – prima oriunda de lixo domiciliar, resultando em produto de utilização segura na agricultura.

Classe “D” – Fertilizante orgânico, que em sua produção, utiliza qualquer quantidade de matéria – prima oriunda do tratamento de despejos sanitários, resultando em produto de utilização segura na agricultura.

### 3.4. FATORES QUE INFLUENCIAM A COMPOSTAGEM

São diversos os fatores capazes de influenciar o processo de compostagem, estes podem direcionar quais serão os microrganismos até o tempo gasto para maturar o composto. Entre estes fatores encontra-se a relação carbono/nitrogênio (C:N) que é um índice utilizado para avaliar níveis de maturação de substâncias orgânicas e seus efeitos no crescimento microbiológico o qual é diretamente dependente do conteúdo de carbono para fonte de energia e nitrogênio para síntese de proteínas (Valente et al., 2009).

Segundo Kiehl (2004) a aeração é o fator mais importante a ser considerado no processo de decomposição da matéria sendo classificado como o principal mecanismo que tem capacidade de evitar aumentos excessivos de temperatura, além de aumentar a velocidade de oxidação e ainda reduzir a liberação de odores produzidos durante o processo de decomposição dos resíduos. Nunes (2009) reafirma esta ideia mencionando que a aeração quando correta no interior do composto é necessária para a sobrevivência dos microrganismos, sendo condição básica para haver fermentação.

A presença do oxigênio (O<sub>2</sub>) por meio da aeração é importante, pois tem por finalidade suprir a demanda de O<sub>2</sub> requerida para a atividade microbiológica, e também para controlar a temperatura, resultante da oxidação. Para oxigenar a leira de compostagem podem ser utilizados dois processos, o artificial (mecânico) ou natural (reviramentos feitos de forma manual de uma a duas vezes por semana) (Battisti e Battisti, 2011).

Também deve se considerar, que a umidade no processo de compostagem exerce grande influência para a garantia da eficiência das atividades dos microrganismos, e esta deve se encontrar em torno de 60% durante o processo de compostagem (Nunes, 2009). Oliveira et al., (2004) menciona que umidades abaixo de 30% impedem a fermentação e maiores que 70% expulsam o ar do ambiente.

A temperatura é outro fator que tem poder de influenciar a compostagem, afinal, o trabalho dos microrganismos para promover a decomposição da matéria orgânica resulta na liberação de calor, portanto aquecendo o meio (Oliveira et al., 2004), que pode atingir até 70° C no início da compostagem e reduzir para cerca de 45°C a 55°C durante o processo, decrescendo até a temperatura ambiente no final da decomposição (Nunes, 2009).

O pH também exerce influência durante o processo de decomposição da matéria compostada, onde este varia de 4,5 a 9,5 durante o processo e quando o composto é considerado como finalizado deve apresentar valores entre 7,5 a 9,0 (Battisti e Battisti, 2011).

Cerri et al., (2008) menciona que a granulometria de partículas também deve ser considerada, onde estas devem se apresentar em tamanhos 1,3 e 7,6 cm, pois abaixo deste tamanho seria necessária aeração forçada e acima deve-se buscar compostagem mais estática sem arejamento.

### 3.5. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL AOS FERTILIZANTES ORGÂNICOS

#### 3.5.1. Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi instituída através da Lei Federal 12.305 no ano de 2010. Esta dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos; diretrizes relativas à gestão; diretrizes relativas ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos; responsabilidades dos geradores e do poder público; e instrumentos econômicos aplicáveis (PNRS, 2010).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, a PNRS é composta por instrumentos importantes para permitir o avanço do país no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. A referida lei ainda institui a responsabilidade compartilhada entre os geradores de resíduos, cria metas importantes que irão contribuir para a eliminação de lixões e ainda, impõe que os particulares elaborem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

#### 3.5.2. Lei nº 6.894 de 16 de dezembro de 1980

O dispositivo legal dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes destinados à agricultura.

Tal lei tem a seguinte configuração:

- Art. 2º - Atribui ao MAPA (Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento) a competência para exercer a fiscalização.
- Art. 4º - Obrigatoriedade de registro de estabelecimentos e de produtos.
- Art. 5º - Estabelece sanções administrativas como multas; inutilizações do produto; suspensão e cancelamento do registro entre outras.
- Art. 7º - Delega ao Poder Executivo a competência para estabelecer as providências necessárias para o exercício da fiscalização.

#### 3.5.3. Decreto nº 4.954 de 14 de janeiro de 2004

Esta normativa aprova o regulamento da Lei nº 6.894, criada no ano de 1980. Onde destaca-se:

O Art.2º define fertilizante orgânico como o composto é o produto obtido por processo físico, químico, físico – químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matéria-prima de origem industrial, urbana ou rural, animal ou vegetal, isoladas ou misturadas, podendo ser enriquecido de nutrientes minerais, princípio ativo ou agente capaz de melhorar suas características físicas, químicas ou biológicas.

Quanto às competências tal normativa no Art.3º, reafirma a competência do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento quanto a inspeção dos fertilizantes orgânicos para fins de qualquer forma de comércio e no Art. 4º designa a competência dos Estados e do Distrito Federal.

A mesma Lei em seu Art. 8º ressalta que os fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes deverão ser registrados no MAPA seguindo os critérios para registro, os limites mínimos de garantias e as especificação relativas aos fertilizantes, inoculantes e biofertilizantes impostos pelo Art. 11º. Ainda, no Art. 17º é ressaltado que os produtos que não atenderem os limites mínimos de garantias e as especificações não terão direito de registro.

#### 3.5.4. Instrução Normativa nº 25 de 31 de agosto de 2009

Esta normativa estabelece normas sobre especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura.

Talnormativa estabelece que um composto orgânico somente poderá assumir caráter de registro se atender aos limites das variáveis: N total, C orgânico, Relação C:N, umidade, pH, relação CTC (Capacidade de Troca de Cátions) e soma NPK impostos pela normativa.

### 3.6. OS RESÍDUOS ORGÂNICOS DE ORIGEM AGRÍCOLA

É comum relacionar o aumento da produção de resíduos com o desenvolvimento tecnológico e ao crescimento populacional, onde grande volume de resíduos tem origem das produções agrícolas, agroindustriais entre outras atividades (Eckhardt, 2011).

Os fertilizantes orgânicos são materiais de origem animal ou vegetal, sendo alguns considerados resíduos ou rejeitos, e tem sido aproveitado na agricultura orgânica ou ecológica. São recomendados por sua capacidade de maximizar a fertilidade do solo (Weinärtner et al., 2006).

Os resíduos provenientes de criações animais na forma de esterco merecem atenção quanto sua disposição, uma vez que estes possuem capacidade de poluir o meio ambiente. Silva et al., (2009) ressalta que o uso de resíduos animais para fins de fertilização tem sido incentivado pela necessidade de destinação dos resíduos, reciclagem de nutrientes, por questões ambientais e também como intuito de preservar as fontes de reservas minerais finitas.

Ribeiro et al., (2008) afirma que quando inserida o material orgânico “cru” no solo, a mesma acarreta em problemas às plantas como a captura de nitrogênio do solo pelos microrganismos da decomposição, levando à deficiência das plantas, além de aquecer o solo provocando a queima das raízes, colo das plantas entre outras.

Além dos resíduos “crus” que apresentam dificuldade na destinação existem outros resíduos que apresentam um tempo longo para sua decomposição devido a sua alta relação C:N, o que conseqüentemente acarreta na dificuldade de disponibilização de nutrientes às plantas quando inseridos diretamente ao solo, como no caso das palhas de café, milho, arroz e algodão entre outras como a serragem de madeira (Embrapa, 2006).

Sendo assim, Nunes (2009) considera que a compostagem é uma ótima alternativa para o tratamento dos resíduos orgânicos, principalmente em países tropicais.

Também a partir da realização deste processo permite – se beneficiar o solo de diversas formas, como: aumento da capacidade de troca de cátions (CTC), do poder tampão, da infiltração de águas pluviais além de fornecer nutrientes ao solo (Silva et al., 2010).

Silva (2009) menciona que a compostagem apresenta propriedades que estão diretamente ligadas aos resíduos utilizados para sua produção, ou seja, suas características são herdadas dos resíduos base, logo resíduos ricos em fontes de nutrientes gerarão compostos orgânicos com potencial de nutrição.

### 3.6.1. Palha de café

De acordo com os dados da CONAB (2011) o Brasil é o maior produtor de café do mundo. Porém o setor agroindustrial responsável pelo beneficiamento do café gera impactos ao meio, gerando como principal resíduo a palha do fruto.

O estado de Minas Gerais tem como uma das principais fonte econômicas no setor agropecuário a produção de café, sendo que no ano de 2011 o estado produziu cerca de 21.964.012 sacas, atingindo uma produtividade de 22,01 sacas de café por hectare (CONAB, 2011).

Segundo Zoca (2012) o volume de resíduos gerados no processo de beneficiamento é praticamente igual a produção, isso faz com que estudos sejam realizados na tentativa de procurar a melhor opção para destinação deste resíduo.

A alta relação C:N da casca de café (53:1), faz com que ocorra uma dificuldade na decomposição deste resíduo, desta forma a disponibilização de nutrientes às plantas quando lançada diretamente ao solo ocorre de maneira lenta (Embrapa, 2008).

De acordo com Vale et al., (2006) a cafeicultura brasileira é uma atividade expressiva no cenário agro-industrial, tanto para a economia como para o meio social. Isso faz com o setor cafeeiro busque o aumento da eficiência de produção para reduzir custos de produção e gerar maior competitividade, e para isso exige-se o desenvolvimento de novas tecnologias afim que melhorar a atividade.

### 3.6.2. Esterco bovino

A bovinocultura é considerada uma das maiores cadeias produtivas do país, uma vez que esta ocupa o segundo lugar no ranking mundial de produção de carne

bovina (IBGE, 2008). Esta, como qualquer outra atividade gera impactos ao meio ambiente, como a produção de dejetos, a qual pode ser manejado de diversas maneiras, sendo a compostagem, uma alternativa tradicional com grande potencial para utilização na fertilização (Silva et al., 2009).

O esterco bovino, também conhecido como esterco de curral é o mais tradicional dos adubos orgânicos. É utilizado em países de agricultura evoluída e produtiva, como também nas regiões desenvolvidas e em desenvolvimento (Malavolta et al., 2002).

A concentração de nutrientes presentes nos dejetos bovinos, variam de acordo com a dieta e o desempenho do animal (Orrico Junior et al, 2012). Além da sua composição estes resíduos oferecem relações baixas de carbono e nitrogênio, cerca de 19:1 (Embrapa, 2012), o que os tornam favoráveis a utilização no processo de compostagem.

Neste contexto, o esterco bovino é muito recomendado para utilização em compostagem de materiais que apresentam alto valor de relação C:N, devido ao fato de acelerar o processo de decomposição e também por desenvolver características de antagonistas de fungos causadores de doenças no solo (Weinärtner et al., 2006).

### 3.6.3. Esterco suíno

A produção brasileira oriunda de suinoculturas é considerável, uma vez que o Brasil exporta cerca de 7,5% do total de carne suína consumida no mundo. Para alcançar estes números o país contava no ano de 2008, com um rebanho de 38.164.000 cabeças (Fernandes, 2010).

O estado de Minas Gerais possui o segundo maior rebanho de suínos do país e a produção de carne suína é de extrema importância para a economia do estado, pois garante produção de renda e gera empregos. Todavia, este meio de produção concentra resíduos orgânicos com alto potencial poluidor (Sedyama et al., 2008).

Bombílio (2005) menciona que os empreendimentos de suinocultura são caracterizados como atividades que causam sérios prejuízos ao meio ambiente, devido a grande produção de dejetos ricos em materiais capazes de poluir, como coliformes totais e fecais, altos teores de matéria orgânica e quantidades relevantes de nitrogênio e fósforo (Orrico Junior, 2007).



Segundo Fernandes (2010) os dejetos produzidos em suinoculturas são capazes de construir fertilizantes eficientes na produção de grãos e de forragens, desde que sejam dosados e estabilizados de maneira correta.

Os dejetos suínos em função da sua composição, possuem um alto potencial como fertilizantes, podendo substituir em parte ou totalmente a adubação química além de contribuir para o aumento da produtividade da cultura reduzindo os custos de produção (Weinärtner et al., 2006).

Bombílio (2005) ressalta que a variação de componentes encontradas no esterco suíno está diretamente ligada quantidade de água que o acompanha além de também receber influência da alimentação e idade do animal.

Outro fator que leva o composto suíno a ser destinado pela compostagem é sua relação C:N. 18:1 (Embrapa, 2008) que é considerada baixa, o que leva a uma decomposição em um pequeno espaço de tempo.

### 3.7. BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DO COMPOSTO ORGÂNICO

Segundo Orrico Junior (2012) a realização do processo de compostagem reduz a relação C:N, uma vez que as reações oxidativas liberam água e gás carbônico, portanto leva a perda de C e um enriquecimento de nitrogênio. Devido à perda de C durante a compostagem há um enriquecimento da mistura inicial na concentração dos nutrientes das plantas ao se produzir composto o que conseqüentemente refletirá no solo.

A aplicação de matéria orgânica no solo exerce efeitos claramente benéficos sobre suas propriedades, se estiverem presentes em quantidades apropriadas, contribuindo assim para o crescimento e desenvolvimento das plantas, isso se dá devido ao fato de que a matéria orgânica tem o poder de atuar positivamente nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Fernandes, 2010).

Sedyama et al. (2008) menciona que a fermentação da matéria orgânica presentes em resíduos orgânicos deve ser realizada para reduzir ou inativar os microorganismos patogênicos e a toxicidade destes resíduos, antes de serem aplicados ao solo.

Os nutrientes inseridos ao solo por meio da inserção de compostos orgânicos, variam de acordo com a diversificação dos resíduos utilizados no processo de compostagem, ou seja, quanto mais diversificados os resíduos mais diversificados serão os nutrientes presentes (Spader, 2005).

Além destes benefícios, Battisti e Battisti (2011) menciona que o uso de compostos orgânicos em culturas agrícolas, exercem efeitos profundos nas propriedades do solo como o aumento da produtividade vegetal, de forma que sua utilização exerce efeitos diretos no crescimento das plantas, aumenta a permeabilidade e absorção de nutrientes, exerce função protetora além do poder de controlar muitas doenças e pragas de plantas.

Orrico Junior et al., (2012) evidencia tais benefícios, afirmando que o processo de compostagem leva a redução de massa, volume e microrganismos patogênicos presentes nos resíduos e por permitir a obtenção de um produto final com excelentes características fertilizantes, as quais devem ser aproveitadas de maneira ambientalmente corretas.

O mesmo autor, menciona que os compostos orgânicos que se apresentam pobres quimicamente exercem papel nas propriedades físicas do solo e os que se apresentam ricos tem finalidade duplas ou tripla, agindo como melhorador do solo, sob o ponto de vista físico, como fertilizante como disponibilizador de nutrientes de forma controlada e se contiver população ativa de microrganismos, como condicionador biológico.

Contudo, além dos benefícios gerados por meio da destinação de resíduos para fins de compostagem durante a realização do processo há a ocorrência de alguns impactos ambientais que segundo Battisti e Battisti (2011) são a emissão de odores, a proliferação de vetores e produção de chorume.

Porém, estes benefícios oferecidos às plantas através as inserção de matéria orgânica no solo somente serão disponibilizados se o controle da qualidade dos fertilizantes orgânicos ocorrer de maneira correta, pois o controle das características destes fertilizantes hoje é uma medida de suma importância para a classe produtora rural, em decorrência da necessidade de planejamento de fertilização a um menor custo e de outros fatores (Silva, 2009).

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1. LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO E PERÍODO DE EXPERIMENTAÇÃO**

O trabalho foi realizado no município de Inconfidentes - MG, o qual segundo a classificação de Köppen, Cwb, ou seja, um clima mesotérmico caracterizado por verões brandos e úmidos (outubro a março). A temperatura média anual é de 19°C, o índice pluviométrico varia entre 1.300 a 1.700 mm.

O foi conduzido em uma das casas de vegetação pertencentes ao setor de Olericultura da Fazenda Experimental do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, a qual foi coberta por plástico de cor transparente.

### **4.2. OS RESÍDUOS**

Os resíduos utilizados no processo de compostagem tiveram origem de atividades exercidas na própria Fazenda Experimental, dos setores de cafeicultura, suinocultura e bovinocultura.

A instituição destina parte de sua área à produção de café do tipo Topázio e Catuaí. A produção desta cultura é beneficiada na própria instituição, produzindo desta

formaa uma quantidade significativa de resíduos no que diz respeito às palhas do fruto. Sendo assim, uma amostra destes resíduos foram encaminhados para destinação final por meio de compostagem realizada por este projeto.

O esterco suíno utilizado no processo teve origem na suinocultura da instituição, o qual produz resíduos orgânicos e não recebem destinação final adequada.

A Fazenda Experimental também exerce a atividade de bovinocultura de leite a qual produz, assim como o esterco suíno, um volume relevante de resíduos orgânicos que da mesma forma não recebe destinação final adequada.

#### 4.3. PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Para o preparo foram utilizados vasos de 8 litros e cor preta, os quais foram etiquetados e dispostos sobre uma bancada de madeira, como apresentado na Figura 1 abaixo.

<b>B1</b>	M9 M9	M8 M8	M5 M5	M7 M7	M3 M3	M6 M6	M2 M2	M4 M4	M1 M1
<b>B2</b>	M2 M2	M4 M4	M9 M9	M1 M1	M6 M6	M8 M8	M3 M3	M7 M7	M5 M5
<b>B3</b>	M2 M2	M3 M3	M8 M8	M5 M5	M4 M4	M6 M6	M7 M7	M1 M1	M9 M9
<b>B4</b>	M9 M9	M1 M1	M8 M8	M6 M6	M2 M2	M3 M3	M4 M4	M5 M5	M7 M7

#### LEGENDA

<b>B1</b> – Bloco 1.	<b>M1</b> – 0L de ES; 0L EB; 4L de Palha de café.
<b>B2</b> – Bloco 2.	<b>M2</b> – 0L de ES; 1L de EB; 4L de Palha de café.
<b>B3</b> – Bloco 3.	<b>M3</b> – 0L de ES; 2L de EB; 4L de Palha de café.
<b>B4</b> – Bloco 4.	<b>M4</b> – 1L de ES; 0L de EB; 4L de Palha de café.
	<b>M5</b> – 1L de ES; 1L de EB; 4L de Palha de café.
	<b>M6</b> – 1L de ES; 2L de EB; 4L de Palha de café.
	<b>M7</b> – 2L de ES; 0L de EB; 4L de Palha de café.
	<b>M8</b> – 2L de ES; 1L de EB; 4L de Palha de café.
	<b>M9</b> – 2L de ES; 2L de EB; 4L de Palha de café.

Figura 1 - Croqui de disposição dos tratamentos.

#### 4.4. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E MISTURAS

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC) que é caracterizado como um bloco onde tem – se o material experimental dividido em grupos homogêneos, estes grupos devem se apresentar o mais próximo possível, a fim de que os fatores externos sejam capazes de afetar todos os grupos envolvidos no processo.

Assim, foram inseridas nove misturas diferentes com quatro repetições, nas quais todas as misturas receberam 4 litros de palha de café com 9 diferentes combinações esterco Bovino (EB) e Suíno (ES) que variaram em função do volume de palha de café. Para caráter de segurança, foram utilizados 2 vasos por parcela resultando em 72 vasos totais.

Assim, utilizou – se das combinações apresentadas na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Combinações de esterco bovino e suíno utilizados no processo de compostagem (Inconfidentes, 2013).

Tratamento	Esterco bovino	Esterco suíno	Palha de café
1	0 L (0%)	0 L (0%)	4 L
2	0 L (0%)	1 L (25%)	4 L
3	0 L (0%)	2 L (50%)	4 L
4	1 L (25%)	0 L (0%)	4 L
5	1 L (25%)	1 L (25%)	4 L
6	1 L (25%)	2 L (50%)	4 L
7	2 L (50%)	0 L (0%)	4 L
8	2 L (50%)	1 L (25%)	4 L
9	2 L (50%)	2 L (50%)	4 L

#### 4.5. IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

Os resíduos foram inseridos de acordo com a metodologia utilizada por Jatene et al., (2003), a qual propõe que a inserção dos resíduos para fins de compostagem deve acontecer de forma que o resíduo de maior relação C:N fique sobreposta ao de menor. Sendo assim, primeiramente foi inserida a palha de café, após o

esterco bovino e por final o esterco suíno. Posterior ao acondicionamento dos resíduos, os vasos foram irrigados com cerca de 150 mililitros de água por vaso a cada sete dias. A irrigação foi realizada com o objetivo de manter a atividade de microrganismos em meio ao composto. Na Figura 2 abaixo, pode – se observar o croqui de disposição dos resíduos dentro dos vasos.

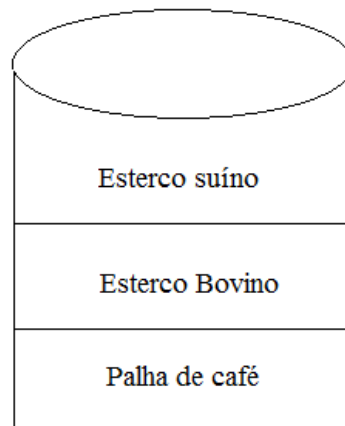


Figura 2 - Croqui de disposição dos resíduos dentro dos vasos.

#### 4.6. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Após a implantação do experimento, o mesmo foi acompanhado diariamente para análise de necessidade de irrigação e aeração. Sendo assim, as misturas foram irrigadas e aeradas a cada 7 dias a fim de aumentar a atividade microbiana.

Ambas as atividades sucederam de forma manual, onde primeiramente foram realizadas as aerações, seguido deste procedimento, ocorreram as irrigações que forneceram cerca de 150 ml.

#### 4.7. PARÂMETROS FÍSICO QUÍMICO ANALISADOS

##### 4.7.1. Procedimentos experimentais

Todos os experimentos foram realizados no laboratório de Bromatologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do sul de minas – Câmpus Inconfidentes.

Foram analisados os teores de Nitrogênio Total, Umidade, Fibra Detergente Ácida (FDA), Fibra Detergente Neutro (FDN), Carbono Orgânico Total por incineração e pH.

As amostras foram secas em estufa de circulação de ar forçada, a 105 °C por oito horas. Após a secagem as amostras foram trituradas em moinho tipo Willey e passadas em peneira de 2 mm, acondicionadas em sacos plásticos e vedadas.

O pH foi determinado com a utilização de um Peagâmetro digital. A metodologia utilizada foi proposta por Silva (2009), na razão 1/10 (composto/H<sub>2</sub>O).

Os teores de Nitrogênio foram determinados pelo método de micro Kjeldahl contabilizando o nitrogênio orgânico e amoniacal. O conteúdo de carbono total foi determinado por incineração conforme metodologia de Soest (1994).

O Teor de Fibra em Detergente Ácido (FDA) e o Teor em Fibra em Detergente Neutro (FDN) foram estipulados seguindo a metodologia indicada por Silva e Queiróz (2002).

#### 4.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Os resultados foram avaliados por meio de estatística, tomando por base para validação dos dados as seguintes medidas: Média e coeficiente de variação. O teste de F foi utilizado para verificar se os dados apresentaram distribuição normal, seguidos do teste de média pelo Scott – Knott 5 e 1% através do software Sisvar (Ferreira, 2010).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 2, são apresentados os resumos das análises de variância dos parâmetros relação Carbono: Nitrogênio (C:N), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Fibra em Detergente Neutro (FDN), pH e umidade (U) avaliados do composto orgânico maturado de origem de diferentes combinações de palha de café, esterco bovino e suíno.

Tabela 2 – Resumos das análises de variância para os parâmetros avaliados no experimento sob diferentes combinações de resíduos orgânicos na produção de composto (Inconfidentes – MG, 2013).

Causa de Variação	GL	Quadrados Médios				
		C:N	FDA	FDN	pH	U
Bloco	3	9,83*	0,35 <sup>ns</sup>	11,40 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	8,13 <sup>ns</sup>
Bovino	2	78,14**	1,23 <sup>ns</sup>	75,74*	0,38**	4860,23**
Suíno	2	61,16**	29,86**	138,26**	2,47**	1851,81**
Bovino x Suíno	4	30,20**	8,98**	110,39**	1,34**	560,22**
Resíduo	24	3,12	1,71	13,57	0,01	17,23
Média Geral		18,74	13,82	71,76	7,64	47,07
Coefficientes de Variação (%)		9,43	9,47	5,13	1,73	8,82

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.



Percebe – se que o bloco não apresentou diferença significativa entre os parâmetros de FDA, FDN, pH e umidade, com exceção da relação de C:N que expôs diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott – Knott.

Com exceção do FDN, que apresentou valor significativo ao nível de 5% a utilização de esterco bovino (EB) isolado como decompositor da palha de café, pode – se considerar que a relação C:N, pH e umidade apresentaram valores significativos ao nível de 1% . A aplicação esterco suíno isolado e de interações de ES com EB na produção de composto orgânico apresentaram valores significativos ao nível de 1% para todos os parâmetros analisados.

A utilização de coeficientes de variação (CV) são de extrema importância segundo Lana et al. (2006) pois este estima a precisão experimental e é fundamental, já que os resultados dos trabalhos científicos são de modo geral comparados. Segundo Lana et al., (2006) deve – se ter por base os CV comumente encontrados e ensaios agrícolas de campo, eles são classificados em baixos quando menores que 10%; médios quando de 10 a 20% e quando de 20 a 30% altos e muito altos, quando maiores de 30%. Todavia, quanto mais baixos os valores de CV maior precisão experimental e maior credibilidade é fornecida ao estudo. Desta forma, o CV fornecimentos pelo delineamento deste estudo é classificado como baixo, devido os valores encontrarem abaixo de 10%.

Entre os valores médios encontrados, observa – se na Tabela X apresentada acima, o valor de 18,74:1 no que diz respeito a relação C:N. Esta relação obedece os requisitos de concentração de N total (%) e C orgânico (%) que segundo a IN nº 25/2009 para os compostos de Classe “A”, “B”, “C” e “D” podem assumir valores máximos de 20:1 e mínimos de 15:1.

Estudos realizados por Ribeiro et. al., (2008), onde utilizou – se serragem, palha de café e resíduos industriais de gelatina como materiais de origem para composto orgânico obteve valores de C:N 22:1. Já Carvalho et al., (2002), utilizou de lodo ativado junto a biomassa sob diferentes combinações no processo de compostagem, chegando a valores de relação C:N que variaram entre 12:1 a 25:1.

Outros estudos realizados com a intenção de avaliar a relação C:N de compostos produzidos a partir de resíduos vegetais encontram valores extremamente baixos como apresentados por Spader (2005) que fez uso de minicomposteiras com 140 Kg de resíduos orgânicos associados a 30,7 Kg de casca de arroz e obteve como

resposta a relação 4:1. Valores baixos de C:N, como 12:1, também foi encontrada por Matos et al., (1998) que utilizou de resíduos vegetais como palha de café, bagaço de cana – de – açúcar junto a águas residuárias de suinocultura obtendo ao final do composto.

A mensuração da relação C:N é de extrema importância para estudos de viabilidade econômica de produção do composto em larga escala, uma vez que este é um dos parâmetros exigidos pela Legislação Brasileira de Fertilizantes para o registro do composto como fertilizante orgânico. Outro fator que torna o conhecimento da relação C:N relevante é o fato de que a partir desta pode – se reconhecer se o composto encontra – se bioestabilizado ou semicurado de forma que este poderá ser incorporado ao solo sem riscos de causar danos às plantas (Kiehl, 1985).

Materiais orgânicos com elevada relação C:N podem, quando aplicados ao solo, produzir deficiência de nitrogênio nas plantas (Kiehl, 1985; Silva, 2008), levando a sintomas de clorose podendo chegar a casos extremos de necrose das folhas e morte do vegetal (Kiehl, 1985).

Inácio e Miller (2009) justifica estes problemas devido ao fato de que a relação C:N elevada motiva a competição pelo nitrogênio disponível entre os microrganismos e as plantas. Em casos de compostos com baixas relações C:N se tem disponibilização de nutrientes em tempo curto além de implicar em maior quantidade de nitrogênio mineralizado.

O teor de Fibra em Detergente Ácido (FDA) é o resultado da quantificação da lignina e celulose presente em materiais vegetais (Pimentel et al, 2004) as quais são ricas em carbono (Oliveira, 2003). O FDA se caracteriza pela dificuldade de quebra de suas moléculas, o que torna lento o processo de decomposição de resíduos.

No entanto, a presença de materiais ricos em FDA é necessária em um processo de compostagem, uma vez que autores ressaltam que a utilização de resíduos crus como os esterco na compostagem aceleram o processo de decomposição, porém os resíduos com teores de FDA significativos devem ser inseridos para a minimização de odores e melhor reciclagem de nutrientes (Valente et al., 2009).

A mensuração do teor de FDA não é exigida pela legislação de registro de fertilizantes orgânicos, porém seu conhecimento auxilia na interpretação dos resultados, uma vez que altos teores de FDA apresentam dificuldades de degradação das partículas

durante a compostagem o que está relacionado com a dificuldade de obter relações de C:N dentro dos níveis aceitáveis.

Grossi e Valente (2002) ressaltam a importância da quantificação do FDA em processos de compostagem devido a decomposição da celulose e da lignina é um indicador de maturação do composto, visto que a degradação destes materiais forma um material húmico, que pode ser considerado produto final da compostagem, ou seja, do próprio composto.

No caso do composto produzido por este estudo o teor médio de FDA encontrado ao final do processo de compostagem foi de 13,82%. Neste caso, pode-se observar que o teor de FDA foi relativamente baixo, de forma que a relação C:N obteve resultados médios satisfatórios.

Em caso de desconhecimento dos valores de FDA, compostos com altas concentrações de FDA podem ser incorporados ao solo, levando a uma relativa dificuldade de degradação o que retarda a disponibilização de nutrientes, isso se justifica devido ao fato de que neste caso, composto possui maior concentração de celulose e lignina, as quais possuem estruturas que são dificilmente quebradas pela cinética enzimática das bactérias celulíticas e lignolíticas. (Paes, 2012).

Segundo Herbets et al., (2005), a fase de bioestabilização do composto onde as populações de bactérias e fungos aumentam, a maioria dos ingredientes do composto é consumida e ocorre a degradação da celulose e da lignina pelos fungos e actinomicetos. Logo, se não são oferecidas condições adequadas para estabilização do compostos, esta degradação pode ser comprometida aumentando os teores de FDA no final do composto.

Oliveira (2003) ressalta que a quebra das moléculas de lignina e celulose ocorrem a temperaturas de 55°C e ocorrem em maior quantidade quando pH encontra-se próximo do neutro. Desta forma, pode-se relacionar que o baixo teor de FDA encontrado neste composto está relacionado com o valor de pH médio encontrado.

A partir disso, observa-se que a média do teor de FDA apresentou-se baixo e uma vez que o teor de pH médio final foi de 7,64, este ofereceu condições para a quebra das moléculas formadoras da celulose e lignina o que levou a redução do teor de carbono acarretando em um decréscimo da relação C:N.

O FDN é composto em sua maioria por hemicelulose que é um polissacarídeo abundante na formação das plantas em geral, estes são decompostos

rapidamente no início da compostagem e depois torna – se mais lenta ao longo do processo.

A decomposição da hemicelulose ocorre no início do processo de decomposição dos resíduos, onde predominam bactérias, que são responsáveis pela quebra de matéria orgânica, promovendo a liberação de calor na massa da compostagem (Valente et al., 2009).

A degradação da hemicelulose é favorecida pelo aumento da temperatura durante o processo de compostagem, pela presença de oxigênio e de nutrientes inorgânicos, principalmente nitrogênio (Gomes, 2001).

Estudos na área da quantificação de FDN não são muito comuns, devido ao fato de que assim como os teores de FDA não são exigidos pela legislação. Todavia, o conhecimento deste é necessário, afinal a partir destas mensurações pode se caracterizar o compostos mais detalhadamente de forma a reconhecer maiores benefícios.

Uma vez que se a hemicelulose é degradada com maior facilidade, pode – se considerar que compostos com teores de FDN altos são reflexos de resíduos com a mesma característica. Outro fato que torna importante o conhecimento dos teores de FDN é o para degradação da hemicelulose há uma conversão de carbono em CO<sub>2</sub> o que influencia na redução da relação C:N (Gomes, 2001).

O valor médio de FDN encontrado no composto produzido neste estudo foi de 71,76% o que leva a observar que estes valores são satisfatórios, pois caracterizam o composto como um disponibilizador de nutrientes em curto espaço de tempo quando inserido ao solo, haja visto, que estas fibras continuarão sendo degradadas quando incorporadas ao solo em tempo mais rápido que as fibras de celulose e lignina.

O valor médio de pH encontrado no panorama do estudo apresentado pelo quadrado matemático exposto na Tabela 2 foi 7,64, o qual se encontra dentro do limite mínimo exigido pela Instrução Normativa nº 25/2009 que exige valor mínimo de 6,0 para este parâmetro. No entanto, Diniz Filho et al., (2007) menciona em seu trabalho que há tolerância de pH mínimo de 5,4.

Valores entre 7,0 e 8,5 são considerados ideais por Valente et al., (2009), já Farias (2012) considera como pH ideal valores entre 6,4 e 7,5. Contudo, valores de pH próximos ao neutro, são recomendados, devido ao fato que sua incorporação ao solo não exerce grande influência no solo (Brito, 2008; Valente et al., 2009).

O estudo de compostagem de folhas de leucena junto a esterco bovino sob diferentes combinações concretizado por Gomes et al., (2008), encontrou o valor médio de pH 6,26. Entretanto, o trabalho realizado por Ribeiro et al., (2008) encontrou valor médio de pH em água de 9,10 que é considerado aceitável por Carvalho et al., (2002), que considera o limite aceitável para valores de pH em compostos orgânicos o limite de 9,5.

Conhecer os valores de pH em estudos de produção de compostos orgânicos é de elevada significância uma vez que estes valores fornecem boas informações sobre o estado de decomposição da matéria orgânica que foi submetida a um processo de fermentação (Kiehl, 1985). Gomes et al., (2001), Silva (2008) e Silva e al., (2011) reafirma esta ideia de que o pH é uma das formas de analisar se o composto atingiu o ponto de bioestabilização ou semi – cura, onde espera – se que o pH se apresente em torno de 6,0 e 6,5 (Abreu Junior et al., 2005).

Os valores médios de umidade encontrado nas combinações foi de 47,07% a qual encontra – se dentro dos limites estabelecidos na IN nº 25/2009 que estabelece como limite máximo de umidade o valor de 50% para os compostos de Classe “A”. Porém, Kiehl (1985) recomenda que a umidade pode atingir níveis máximos de 55% e Brito (2008) considera como limite máximo para não ocorrer aumento de custos umidade até 44%.

O estudo realizado por Carvalho et al., (2002) encontrou níveis médios de umidade entre 30 a 40%, onde estes valores podem ter sido influenciados em meio ao processo de decomposição e por fatores como temperatura e tempo de decomposição.

Jatene et al., (2003) menciona em seu trabalho que a umidade ideal deve encontrar – se entre 45 e 50%. Já Valente et al., (2009) relata que estes valores podem ser estendidos até o limite máximo de 60%.

O teor de umidade final encontrada no composto é reflexo do processo de compostagem, ou seja, a partir dos teores finais de compostagem pode – se considerar como se deu o processo de decomposição dos resíduos (Carvalho et al., 2002). Maia et al., (2003) reafirma esta ideia quando relaciona a redução da umidade no final do composto com a quantidade de aerações realizadas durante o processo de compostagem, haja visto que as aerações durante a processo acarreta na perda de água e consequentemente na redução da umidade.

Segundo Eckhardt (2011) conhecer o teor final de umidade do composto é de extrema importância quando deseja fazer uso deste como substrato, pois esta é uma das características que promoverá a retenção de umidade no material onde a muda foi inserida e a disponibilização de nutrientes de forma que atenda às necessidades das plantas.

O reconhecimento prévio pode ser analisado até mesmo em campo, de forma que a umidade ideal pode ser verificada quando, ao apertar o composto com as mãos, não escorrer líquido (Farias, 2012).

Segundo Battisti e Battisti (2011) o excesso de umidade pode levar a emissão de odores o que dificulta o armazenamento do composto. Outros fatores fazem com que os altos valores de umidade sejam indesejáveis como o fato de que compostos com umidades acima de 60% possuem um maior peso em relação aos compostos com menor teor de umidade o que acarreta em aumento de custos no transporte.

A utilização de compostos com altos teores de umidade também tornam – se inviáveis economicamente, pois quando insere-se compostos muito úmidos ao solo, há uma maior incorporação de água do que de matéria orgânica o que eleva os custos de produção, visto que os fertilizantes são adquiridos por peso.

Na Tabela 3 são apresentados os valores de relação C:N, FDA, FDN, pH e umidade encontrados em diferentes combinações de palha de café e esterco bovino. Observa – se na mesma, que exceto para FDA, as médias foram diferentes pelo teste de Skott – Knott a 5% de probabilidade

Tabela 3 – Relação C:N, FDA, FDN, pH, volume e U em diferentes combinações de esterco bovino na produção de composto (Inconfidentes – MG, 2013).

Bovino	Variáveis <sup>1</sup>				
	C:N	FDA (%)	FDN (%)	pH	U (%)
0%	21,67 b	14,14 a	73,55 a	7,56 a	28,16 a
25%	17,48 a	13,81 a	72,85 a	7,83 b	44,82 b
50%	17,05 a	13,50 a	68,89 b	7,89 b	68,22 c

Os valores apresentados em percentagem apresentam – se em relação ao total de palha de café utilizada.

<sup>1</sup> Médias seguidas das mesmas letras na coluna, para cada característica estudada, não diferem pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância

Para a variável C:N não houve diferença significativa entre a adição de 25 ou 50% de EB. Para a variável FDN os tratamentos 0% e 25% de EB não foram

significativos a 5% de probabilidade. para a variável pH e umidade a melhor resposta foi obtida sem adição de EB.

Nota – se que a variável C:N apresenta valores reduzidos de acordo com o aumento de percentagem de EB. Valente et al., (2009) afirma que além da natureza dos resíduos utilizados no processo de compostagem, a redução da relação C:N está diretamente ligada a condução da compostagem, uma vez que a forma de condução afeta de maneira significativa na concentração de carbono.

Segundo Rodrigues (2013) o esterco bovino é rico em matéria orgânica, contendo cerca de 15,56 dag Kg<sup>-1</sup>, esta concentração influencia a relação C:N final, uma vez que durante o processo de compostagem ocorre a oxidação da matéria orgânica pelos microrganismos que liberam CO<sub>2</sub> através da respiração, o que consequentemente leva a redução da relação C:N.

Brito (2008) menciona que valores de relação C:N dentro das limites recomendados pelas literaturas anteriormente citadas e pela normativa IN DAS nº 28/2009 é reflexo de um processo de compostagem bem sucedido, visto que valores indesejáveis de C:N, podem ocasionar problemas como o cheiro de amônia no composto.

A redução do teor de Fibra em Detergente Ácido e teor de Fibra em Detergente Neutro é observada de acordo com o aumento de resíduos utilizados. Valente et al., (2009) relaciona esta redução com o início da compostagem, uma vez que para a decomposição de materiais ricos em celulose, hemicelulose e lignina recomenda – se relações C:N maiores no início da compostagem. A partir disso, pode-se considerar que se há aumento da quantidade de resíduos, consequentemente há uma maior concentração de carbono e nitrogênio.

Orrico Junior (2012) e Orrico et al., (2007) mencionam que a relação de FDA e FDN encontradas em compostos que utilizam de esterco bovino são dependentes do tipo de alimentação que os animais receberam para produzir os resíduos.

O aumento de pH e umidade são observados de acordo com o aumento de esterco bovino. Battisti e Battisti (2011) em estudos utilizando esterco bovino e folhas vegetais em processo de compostagem verificou aumento de pH e umidade nos tratamentos co esterco cru, o mesmo justifica aumento de umidade devido a maior presença de água no composto cru.

Na Tabela 4 são apresentados os valores de relação C:N, FDA, FDN, pH e umidade encontrados em diferentes combinações de palha de café e esterco suíno a 5% de probabilidade pelo teste de Scott – Knott.

Tabela 4 – Relação C:N, FDA, FDN, pH, volume e U em diferentes combinações de esterco suíno na produção de composto (Inconfidentes – MG, 2013).

Suíno	Variáveis <sup>1</sup>				
	C:N	FDA (%)	FDN (%)	pH	U (%)
0%	21,10 b	14,97 b	75,54 a	7,25 a	33,48 a
25%	18,51 a	14,46 b	70,80 b	7,91 b	49,89 b
50%	16,60 a	12,02 a	68,96 b	8,12 c	57,83 c

Os valores apresentados em percentagem apresentam – se em relação ao total de palha de café utilizada.

<sup>1</sup> Médias seguidas das mesmas letras na coluna, para cada característica estudada, não diferem pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância.

Observa – se que todas as variáveis analisadas apresentaram diferença significativa entre as adições de esterco suíno. Para a variável de C:N nota – se que a incorporação de 25 ou 50% de ES apresentaram melhor resposta. As variáveis de FDN, pH e umidade apresentaram melhores índices sem a incorporação de ES e a variável de FDA apresentou melhor índice quando adicionados 50% de ES.

Assim, como comentado na Tabela 2, nota – se que o aumento de ES acarreta na redução C:N. O estudo promovido na área de compostagem por Leite et al., (2009) utilizando casca de café e esterco suíno obtiveram relação C:N de 7,7:1 quando adicionados 3 partes de casca de café para um de esterco suíno. Kunz et al., (2005) afirma que o emprego de esterco suíno na decomposição de resíduos com alta relação C:N como a maravalha, serragem e palhas acarretam em compostos maturados com C:N superiores a 8:1.

O aumento da incorporação de esterco suíno proporcionou uma redução nos valores de FDA e FDN, esta redução assim como já anteriormente citado está relacionado à dieta dos animais entre outros fatores.

Os valores de pH próximos do neutro indicados para compostos finais maturados, tem por finalidade buscar compostos que não influenciem drasticamente no pH do solo quando utilizados.

Observa – se que o aumento da incorporação de esterco suíno proporcionou elevação do pH e umidade. Hentz et al., (2008) em estudos de compostagem de casca de arroz e maravalha junto de esterco suíno encontraram médias de pH de 8,30 e 8,80 respectivamente e umidade de 42, 87% e 42,90%.



Valente et al., (2009) afirma que resultados desejáveis de umidade são de extrema importância não somente pelo fato de ser um parâmetro de exigência para registro do composto como fertilizante orgânico, mas também devido sua viabilidade econômica.

Na Tabela 5 são apresentados os valores encontrados de relação C:N, FDA, FDN, pH, volume e umidade das combinações de EB e ES na compostagem de palha de café.

Tabela 5 – Resultados do desdobramento para altura de planta, diâmetro de caule, matéria seca da parte aérea e matéria seca do sistema radicular de mudas de diferentes espécies florestais em diferentes combinações de substrato (Inconfidentes- MG, 2013).

Bovino	Suíno		
	0%	25%	50%
		C:N	
0%	26,82 Cb	18,32 Aa	18,16 Aa
25%	22,04 Bb	17,49 Aa	16,01 Aa
50%	16,16 Aa	16,65 Aa	17,00 Aa
		FDA (%)	
0%	13,92 Aa	14,74 Aa	16,27 Ca
25%	15,48 Ba	13,84 Aa	14,08 Ba
50%	13,04 Ab	12,86 Ab	10,16 Aa
		FDN (%)	
0%	72,69 Aa	74,83 Aa	79,09 Aa
25%	75,53 Aa	70,87 Aa	66,01 Bb
50%	72,45 Aa	72,85 Aa	61,58 Bb
		pH	
0 %	6,38 Ab	7,47 Aa	7,90 Ac
25%	8,10 Bb	8,43 Cc	7,82 Aa
50%	8,19 Bb	7,77 Ba	7,78 Aa
		Umidade	
0 %	14,85 Ab	19,25 Aa	66,33 Aa
25%	24,12 Bc	56,08 Bb	69,48 Ab
50%	45,52 Ca	59,14 Bb	68,85 Ac

Os valores apresentados em percentagem apresentam – se em relação ao total de palha de café utilizada. Médias seguidas das mesmas letras maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada característica estudada, não diferem pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância

Observa – se na Tabela 5 que exceto a adição de 0% de ES com qualquer dosagem EB, todas as combinações de ES com EB não apresentaram diferença significativa de 5% para a variável de C:N. Para a variável de FDA, pH e umidade todas as combinações de ES com EB apresentaram diferença significativa e quanto a variável FDN exceto a adição de 50%L de ES com qualquer dosagem de EB, todas as demais combinações não apresentaram diferença significativa a 5%.

Observa – se com exceção das combinações de 50%L de ES com EB, todas as demais combinações acarretam em redução da relação C:N. De acordo com Silva (2008) os esterco bovinos possuem 1,67 % de nitrogênio e os suíno 1,86%, sendo assim pode – se considerar que quanto mais elevada a dosagem de suíno maior é a redução de C:N. Porém segundo a Embrapa (2008) estes valores podem variar de acordo com a higienização do local empregado no local de origem dos resíduos.

Silva (2008) menciona que a utilização de diferentes resíduos consorciados é essencial, afinal resíduos com relações C:N desiguais resultam em compostos com relação C:N ideais. Estudos realizados na compostagem de palha de café junto de serragem e resíduos industriais de gelatina obtiveram como resultado de relação C:N 22:1 (Ribeiro et al., 2008).

Os valores de pH apresentaram diferença significativa em todas as combinações. Battisti e Battisti (2011) relata que o pH de um composto final pode ser encontrado em limites entre 7,0 e 9,0, desta forma o composto poderá ser benéfico, auxiliando na correção de solos ácidos.

A umidade apresentou – se elevada de acordo com o aumento do volume do ES e EB, observa – se que quanto maior a adição de ES maior a umidade apresentada. Weinartner et al., (2006) explica este aumento de umidade devido ao fato de que o ES possui grande quantidade de água, a qual varia de acordo com o manejo do dejetos.

A combinação de esterco suíno e bovino tem potencial de oferecer um composto de qualidade uma vez que o esterco bovino é rico em fibras, ajudam a desenvolver organismos que são antagonistas de fungos causadores de doenças no solo e o esterco suíno é rico em nitrogênio o que propicia a redução da relação C:N (Weinartner et al., 2006).

Considera enfim que a incorporação de 25% de esterco bovino com exceção do pH apresentaram respostas significativas a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott – Knott. Ainda, pondera – se que a incorporação de 0% de esterco suíno apresentou respostas significativas com exceção da relação C:N e FDA.

Quanto às combinações de esterco bovino com esterco suíno apresentaram valores significativos as combinações de 25% de esterco suíno com 0% de esterco bovino para todas as variáveis e 50% de esterco suíno com 50% de esterco bovino.

## **6. CONCLUSÃO**

1. A adição de 25%, do volume total de palha de café, de esterco bovino apresentou os melhores índices para todas as variáveis analisadas.
2. A incorporação de 50%, do volume total de palha de café, de esterco bovino e de suíno apresentou melhores respostas com exceção da variável FDA. Porém, esta é a melhor recomendação visando a compostagem de um maior volume de resíduos.
3. A destinação de esterco bovino e suíno para fins de compostagem da palha de café apresenta – se viável, ou seja, estes podem ser destinados à compostagem.

## **7. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO**

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2010. 2002 p.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2011. 186 p.

ABREU JUNIOR, C. H.; BOARETTO, A. E. ;MURAOKA,T.;KIEHL, J. C. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: propriedades químicas do solo e produção vegetal. **Revista Tópicos de Ciência do Solo**, v.4, p.391 – 470, 2005.

BATTISTI, D. P.; BATTISTI, J. F. **Avaliação da eficiência do uso do esterco bovino e do em na compostagem de resíduos de poda de árvores do município de medianeira – PR.** 2011, 49 p. TCC (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental). Universidade de Tecnologia do Paraná.

BOMBÍLIO, D.C. **Compostagem de esterco suíno em cinco teores de umidade de três sistemas de aeração.** 2005. 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do solo). Universidade do Estado de Santa Catarina.

BRASIL. Decreto nº 4954, de 14 de abril de 2004. Fiscaliza a produção e o comércio de fertilizantes, corretivos e inoculantes, conforme disposto na Lei nº 6.894 de 16 de dezembro de 1980. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 15 de abril de 2004.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 3 de agosto de 2010.

BRASIL. Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980 . Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 de dezembro de 1980.

BRITO, M. J. C. Processo de compostagem de resíduos urbanos em pequena escala e potencial de utilização do composto como substrato. 2008, 124 p. Dissertação (Pós – Graduação em Engenharia de Processos). Universidade Tiradentes.

CARVALHO, A. G. M.; VALE, C. F.; GERRINI, I. A. A compostagem como processo catalisador para reutilização dos resíduos de fábrica de celulose e papel. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 35., 2002, São Paulo.

CERRI, C. E.; OLIVEIRA E. C. A.; SARTORI, R. H.; GRACEZ, T. B. Compostagem – Notas de aula. Universidade de São Paulo. 2008. 19p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Acompanhamento da safra brasileira de café**. 2011. 25p.

DINIZ FILHO, E. T.; MESQUITA, L. X.; OLIVEIRA, A. M.; NUNES, C. G. F.; LIRA, J. F. B. A prática da compostagem no manejo sustentável solo. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, Mossoró, v.2, n.2, p.27-36, 2007.

ECKHARDT, D. P. **Potencial fertilizante de adubos orgânicos à base de esterco bovino e sua utilização na produção de mudas de alface.** 2011. 58 p. Dissertação (Pós – Graduação em Ciências do Solo). Universidade Federal de Santa Maria.

EMBRAPA – **Adubação orgânica.** 2012.

EMBRAPA. **Anexo 03 - Cultivo de café orgânico: Diferentes relações C:N de resíduos.** 2008..

EMBRAPA. **Milho e sorgo – Compostagem de Resíduos Orgânicos.** Sete Lagoas, dez. 2008.

FARIAS, A. A. **Utilização de composto orgânico na adubação de plantas.** Ilhéus:CEPLAC/CENEX, 2012. 24 p.

FERNANDES, F. J.; CHOIFI, F. M. Determinação da mistura ótima para compostagem de dejetos suínos utilizando maravalha de madeira. **Revista agrogeoambiental**, Inconfidentes, abr., 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras - MG: UFLA, 2010.

GOMES, A. P. D. **Fundamentos da compostagem de resíduos sólidos.** 2001. 333 p. Dissertação (Doutorado e Ciências aplicadas ao Meio Ambiente) – Universidade de Aveiro – Departamento de Ambiente e Ordenamento.

GOMES, J. J. A.; COSTA, C. V. A.; TEIXEIRA, A. P. T.; DIAS, V. S. Comparação química do composto orgânico de esterco bovino e leguminosas: leucena (*Leucaena leucocephalla* (Lam )de Wit) e sombreiro (*Clitoria maritima* L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.3.,n.1., p.78-84, 2008.

GOMES, T. C. A.; SILVA, J. A. M.; SILVA, M. S. L. **Preparo de composto orgânico na pequena propriedade**. Petrolina: EMBRAPA, 2001. 2p. (Instruções Técnicas do Semi – Árido,53).

GROSSI, M. G.; VALENTE, J. P. S. **Compostagem doméstica de lixo**. São Paulo: FUNDACENTRO, 2002. 41 p.

HENTZ, P; SCHEFFER – BASSO, S. M.; SCOSTEGUY, P. A.; FONTANELI, R. S. Utilização de cama sobreposta de suínos e sobressemeadura de leguminosas para aumento da produção e qualidade de pastagem natural. Revista de **Zootecnia**, Zootec., v.37, n.7, p.1537-1545, 2008.

HERBETS, R. A.; COELHO, C. R. de A.; MILETTI, L. C.1; MENDONÇA, M. M. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. In: DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA UFSC, 2005, São Carlos.

IBGE, Instituto Brasileira de Geografia e Estatística, 2008. Acesso online disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/>.

JATETENE, S. R. O.; LEAO, F. S. B. S.; GUERREIRO, M. G. S. Compostagem: produção de adubo a partir de resíduos orgânicos. In: SÉRIE FRUTICULTURA, 2., 2003, Pará.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Editora Agronômica Ceres Ltda. Piracicaba. 1985. 492 p.

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

KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; OLIVEIRA, P. A. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-665, 2005.

LANA, A. M. Q.; ALMEIDA, F. Q.; PRATES, R. R. C. Classificação de coeficientes de variação na experimentação de nutrição de equinos. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n.5, p. 854-859, 2006.

LEITE, R. A.; PEREIRA, R. C. MARQUES, J. A. F. Tratamento de dejetos de suínos e casca seca de café (*coffea arabica l.*) através do processo de vermicompostagem. In: A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS. SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2009.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MAPA, Instrução Normativa SDA nº 25. Publicada no diário oficial da união em 23 de julho de 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA – **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Acesso online disponível em: <http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>. Acessado em 12 de março de 2013.

NUNES, M. U. C. **Compostagem de resíduos para a produção de adubo orgânico na pequena propriedade**. Aracaju: Embrapa, 2009. 7 p. (Circular Técnica, 59).

OLIVEIRA, A. M. G.; AQUINO, A. M.; CASTRO NETO, M. T. **Compostagem caseira de lixo doméstico**. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2005. 6 p. (Circular Técnica , 73)

OLIVEIRA, E. C. A.; SARTORI, G.; GARCEZ, T.B. Notas de aula – Compostagem. 2008.

OLIVEIRA, F. N. S.; LIMA, H. J. M; CAJAZEIRA, J. P. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos**. Fortaleza: Embrapa, 2004. 17p. (Circular Técnica, 89).



OLIVEIRA, M. F. **Identificação e caracterização de actinomicetos isolados de processo de compostagem.** 2003. 140 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ORRICO JUNIOR, M. A. P. **Biodigestão anaeróbia e compostagem de dejetos de suínos, com e sem separação de sólidos.** 2007. 97 p. Dissertação (Mestrado em zootecnia). Universidade do Estado de São Paulo – Câmpus Jaboticabal.

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; JUNIOR, J. L.; SAMPAIO, A. A. M.; FERNANDES, A. R. M.; OLIVEIRA, E. A. Compostagem dos dejetos da bovinocultura de corte: influência do período, do genótipo e da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 5, p. 1301-1307,2012.

PAES, M. J. P. **Produção de bioscompostagem de víceras.** 2012. 68 p. TCC (Tecnologia em Gestão Ambiental) – IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes,

PIMENTEL, C. J.; VILELA, E. R.; CARVALHO JUNIOR, C.C. Componentes de parede celular de grãos de frutos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tempos à espera da secagem. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.26, n.2, p. 203-209, 2004.

PORTO, L. L. A. **Levantamento de agrofauna em lavouras cafeeiras do sul de Minas Gerais sob diferentes formas de cultivo.** TTC (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental). 2010.35 p. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do sul de minas – Campus Inconfidentes.

RIBEIRO, R. M. **Compostagem de lodo de esgotos com resíduos agrícolas através da aeração forçada positiva.** 2007. 73 p. Dissertação (Pós – Graduação em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Lavras.

RIBEIRO, R.M; HARDOIM, P.C; SILVA, C. A.; DIAS, B. O. Compostagem do resíduo na indústria de gelatina, serragem e palha de café. In: FERTBIO, 2008.

RODRIGUES, F. F. **Utilização e eficiência nutricional de esterco suíno e bovino, na cultura da alfaca**. 2013. 54 p. TCC (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental). Instituto de educação, ciência e tecnologia do sul de minas – Câmpus Inconfidentes.

SEDYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, M. V.; PEDROSA, M. W.; PINTO, C. L. O. SALGADO, L. 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, Campina Grande, 2008.

SILVA, A. G. **Método de produção de composto orgânico a partir de matéria prima vegetal e animal**. 2008. 32 p. TCC (Graduação em Cafeicultura). Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002, 235p.

SILVA, E. C. F. **Produção de composto orgânico**. 2008. 31 p. TCC (Tecnologia em cafeicultura). Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas de fertilizantes**. 2ª ed. Brasília. Embrapa, 2009. 627p..

SILVA, L. F. P.; MACHADO, P. F.; FRANCISCO JUNIOR, J. C. F.; DONIZETTI, M.; PEREIRA, A. R. Relação entre a Composição Química e a Degradabilidade In Situ da Matéria Seca e da Fibra em Detergente Neutro da Fração Volumosa de Híbridos de Milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p. 288-294, 2000.

SILVA, V. M.; RIBEIRO, P. H.; TEIXEIRA, A. F. R. Caracterização de compostos de resíduos orgânicos em propriedade de base familiar: aspectos qualitativos, quantitativos e econômicos. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v.17, n.3-4, p.405-409, 2011.

SILVA, A. A.; LUCAS JUNIOR, J.; JARDIM, C .A.; XAVIER, C. A. N.; MACHADO, C. R. Atributos de solo após a aplicação de dejetos compostados de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS ANIMAIS, 1, 2009. Florianópolis.

SOUZA, R. B.; ALCÂNTARA, F. A. **Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças**. Brasília: EMBRAPA, 2008. 8 p. (Circular Técnica, 65)

SPADER, S. **O uso da casca de arroz em processos de minicompostagem**. 2005. 46p. Dissertação (Pós – Graduação em Gestão de Recursos Naturais). Universidade do extremo sul catarinense.

VALE, G. F. R.; CARVALHO, S. P.; PAIVA, L. C. Avaliação da eficiência de polímeros hidrotentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós plantio. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 7-13, 2006.

VALENTE, B. S.; E.G. XAVIER; T. B. G. A. MORSELLI; D. S. JAHNKE; B. DE S. BRUM JR, B. R. CABRERA; P. DE O. MORAES; D. C. N. LOPES. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, n. 58, p. 59 - 85, 2009.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. New York: Cornell University Press. 1994. 476p.

WEINARTNER, M. A.; ALDRIGHI, C. F. S.; MEDEIROS, C. A. B. **Práticas de ecologia: Adubação orgânica**. Pelotas: Embrapa, 2006. 20p.

ZOCA, S. M. **Avaliação da liberação de potássio por resíduos do beneficiamento do café**. 2012. 67 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.