



VALÉRIA CRISTINA GONÇALVES

COMPOSTO ORGÂNICO DE RESÍDUOS ALIMENTÍCIOS

**INCONFIDENTES – MG
2014**

VALÉRIA CRISTINA GONÇALVES

COMPOSTO ORGÂNICO DE RESÍDUOS ALIMENTÍCIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientadora: Dr^a. Prof. Sindynara Ferreira.

**INCONFIDENTES – MG
2014**

VALÉRIA CRISTINA GONÇALVES

COMPOSTO ORGÂNICO DE RESÍDUOS ALIMENTÍCIOS.

Data de aprovação: de de 2014.

Sindynara Ferreira – Professora EBTT do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes;
Dra. em Agronomia/Fitotecnia

Jamil de Moraes Pereira – Professor EBTT do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes;
Dr. em Microbiologia Agrícola

Hebe de Carvalho Perez - Professora EBTT do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes;
Dra. em Fitopatologia

DEDICATÓRIA

Primeiramente a Deus, que me guia por seu caminho, por ter me iluminado e me dado forças para enfrentar os obstáculos do caminho.

As minhas filhas Caroline e Isabelle que enfrentaram muitas dificuldades para que eu pudesse estar aqui, aos meus filhos do coração Verena e Luis Paulo, que me confortaram e ajudaram sempre nos piores momentos, me dando forças, amor e respeito.

Aos meus pais Geny e José Luiz, aos meus irmãos Cléber, Saturnino e Washington por me incentivarem e apoiarem em todas as horas.

E ao pai de minhas filhas Saulo Marins que me ajudou sempre e me apoiou do início ao fim de minha jornada.

E a minha orientadora Sindynara Ferreira, a quem tanto admiro.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por aumentar a minha fé a cada dia, por ter me dado a oportunidade de chegar aqui por cuidar de mim em todos os momentos dessa jornada. Obrigada Senhor!.

A todos que me ajudaram de alguma forma, no desenvolver deste trabalho.

A Inconfidentes por minha estada nesta cidade e todos os amigos que fiz aqui.

Ao Muriaé, e todos os funcionários do IFSULDEMINAS Câmpus Inconfidentes, que sempre me trataram com todo o carinho e respeito, muito obrigada!

Aos meus companheiros Verena, Luis Paulo, Fernando, Taciano, Paulo Henrique, Natália Machado, Danilo e Marina por me aguentarem nos momentos mais difíceis.

A todos os meus professores, que não mediram esforços em compartilhar comigo o conhecimento adquirido.

E também as pessoas que me ajudaram na elaboração desse TCC , não vou citar nomes para não ser injusta, pois foram muitos os que me ajudaram de alguma forma.

Muito Obrigada a todos, que Deus os abençoe!!

RESUMO

A compostagem é uma técnica utilizada no aproveitamento de resíduos reduzindo sua disposição no ambiente, visando uma melhora nas condições de vida no planeta. O objetivo deste trabalho foi obter um composto orgânico advindo de restos alimentícios misturados a resíduos vegetais e animais, para posteriormente ser utilizado, em sistemas orgânicos de produção. O experimento foi conduzido na Fazenda-Escola do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, em composteiras confeccionadas em madeira compensada, com 0,9 m de altura, largura e comprimento. Os materiais a serem compostados: restos de alimentos, restos de varrição dos canteiros, cana de açúcar picada, soro de leite, esterco bovino e fermento de pão foram recolhidos em diversos setores do Câmpus, exceto o fermento que foi comprado no comércio local, e dispostos em camadas nas composteiras, totalizando quatro diferentes compostos. A composteira 01 foi montada na seguinte sequência: uma camada de restos de varrição, uma de restos alimentícios e outra camada de esterco bovino, repetindo a sequência até o preenchimento da mesma. Nas outras composteiras repetiu-se as mesmas camadas, porém na composteira 02 substituiu-se o esterco pelo soro de leite, na composteira 03 por cana de açúcar picada e na composteira 04 por fermento de pão. No decorrer do processo passou-se a medir temperatura interna e externa do composto, através de termômetros, duas vezes ao dia. Após o processo de maturação foram recolhidas amostras dos quatro compostos e realizadas análises físico-químicas e microbiológicas em amostras dos quatro compostos. O composto obtido apresentou para as quatro diferentes composteiras, cor e odor característicos de compostos orgânicos. Houve redução do volume do composto em aproximadamente 70% do seu volume inicial. Para a característica de temperatura houve diferença significativa verificada para a aferição no período matutino, sendo a composteira 1 a que apresentou maior temperatura diferindo-se das demais. Não houve diferença significativa entre as composteiras quanto à temperatura vespertina. A temperatura média, das massas de compostagem das composteiras 4 e 1 não diferiram entre si, entretanto foram superiores às composteiras 2 e 3. Quanto às temperaturas mensais dos compostos, foi observado que os primeiros meses apresentaram maior temperatura média, aproximadamente 32°C, o que pode ser justificado pelo início da fermentação. Para a característica de pH o composto que apresentou maior valor (7,06) foi a composteira 2. O composto orgânico obtido neste trabalho pode ser considerado como composto de lixo, podendo ser considerado fertilizante orgânico composto, classe A, de natureza física sólida. Verifica-se para os quatro diferentes compostos obtidos, que o CO (carbono orgânico) é totalmente satisfatório. Nos compostos obtidos foi verificado valores expressivos para os macro e micronutrientes. É preocupante para o composto obtido na composteira 1 a questão do elemento CU (cobre). Para a característica de matéria orgânica os valores obtidos neste trabalho se mostraram acima dos encontrados na literatura sendo: 30,32; 34,75; 37,23; e 32,29% para as composteiras 01, 02, 03 e 04, respectivamente. A relação C/N (carbono/nitrogênio) mostrou-se preocupante somente na composteira 3 pois o C (carbono) ficou acima do esperado e tido como adequado para fertilizante orgânico.

Palavras-chave: compostagem; aproveitamento de resíduos; sustentabilidade.

ABSTRACT

Composting is a technique used to reuse the waste, thus reducing its disposal on the environment, aiming an improvement on the life conditions on the planet. The goal of this study was to obtain an organic compound arising from edible products remains mixed to vegetable and animal waste, so it can be used later on organic productive systems. The experiment was conducted on composters made of plywood. The materials to be composted: food remains, sweeping debris beds, chopped sugarcane, whey, cattle manure and baking of bread collected on various sectors of the campus, except for the baking os bread, which was bought on the local grocery and disposed in layers on the composters, making four different compounds. Composter 01 was assembled on the following sequence: one lay with sweeping beds, one lay of food remains and one lay of cattle manure repeating the sequence until the the composter was full. On the other composters the same lays were repeated, but on composter 02 the manure was replaced by whey, on composter 03 for chopped sugarcane and on composter 04 for baking of bread. Twice a day the internal and external temperatures of the compound were measured using thermometers. After the maturation process the samples were collected for the four compounds and physical-chemical and microbiological analysis were performed. The compound obtained presented regular color and odor of organic compound for all the composters. There was a reduction of the compound volume on approximately 70% of the initial volume. For the temperature, there was a meaningful difference verified for the morning shift, and composter 01 presented the highest temperature and differing from the other. The average temperature for compositers 01 and 04 didn't differ among themselves, but were higher than composters 2 and 3. About the temperature of the compounds for each month, it is noticeable that the first months showed higher average temperature, approximately 32 °C, which can be justified for the beginning of fermentative process. When it comes to pH, the compound that presented the highest value (7,06) was composter 02. The organic compound obtained in this work can be considered as waste compound, with the ability to be used as organic fertilizer compound, class A, of solid physical nature. It was noticed that for all four different compounds, the organic carbon is satisfactory. For the compound obtained on composter 01, the presence of cooper is disturbing. For the organic material, the values obtained in this study showed to be higher than the ones found on the literature and the carbon/nitrogen rate showed to be disturbing on ly on composter 03 because the rate was higher than expected and considered adequate for organic fertilizer.

Keywords: composting; reuse; sustainability.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1. MATERIA ORGÂNICA	12
2.2. DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA.....	12
2.3. COMPOSTAGEM.....	14
2.4. MÉTODOS DE COMPOSTAGEM	16
2.5. FATORES QUE INFLUENCIAM O DESENVOLVIMENTO DA COMPOSTAGEM	18
2.5.1. Microorganismos	18
2.5.2. Relação C/N	19
2.5.3. Umidade	19
2.5.4. pH	20
2.5.5. Temperatura.....	20
2.5.6. Granulometria.....	21
2.6. CARACTERÍSTICAS DO COMPOSTO ORGÂNICO.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5. CONCLUSÃO	37
6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	38

1. INTRODUÇÃO

A compostagem é um processo utilizado para transformar resíduos orgânicos em adubo que, quando adicionado ao solo melhora as suas características físicas, químicas e biológicas. Com o aumento da população mundial, associado à concentração dessas populações nas cidades, vem se agravando a capacidade natural da Terra para absorver todo o resíduo gerado. A geração desses resíduos sólidos urbanos é um fenômeno inevitável que ocorre diariamente em quantidades e composições de acordo com tamanho da população e do desenvolvimento econômico de cada município. Atualmente o modelo de desenvolvimento caracteriza-se principalmente pela exploração excessiva e contínua dos recursos naturais e pela geração descontrolada de resíduos que, em sua grande maioria, são dispostos de forma inadequada no ambiente, levando a um aumento da poluição do solo, das águas e do ar, constituindo um contínuo e acelerado processo de degradação do meio ambiente, com uma série de implicações na qualidade de vida da população e nos recursos naturais.

Cerca de 60% do lixo domiciliar produzido no país é constituído de matéria orgânica (PEREIRA NETO, 2010a) que podem se transformar em excelentes fontes de nutrientes para o solo.

Conforme Fiori et al. (2008), o aumento da produção de resíduos vem provocando impactos ambientais, porque a sua taxa de geração é bem maior que sua taxa de degradação. Contudo, devido à implantação de leis ambientais mais severas, que valorizam o gerenciamento ambiental, tem havido uma conscientização gradual dos efeitos nocivos provocados pelo despejo contínuo de resíduos sólidos e líquidos no meio ambiente. Conjuntamente, o mercado também exige das empresas uma atuação transparente e concreta na preservação dos componentes do meio ambiente, que deve se materializar pela realização de atividades que apresentem um menor impacto ambiental.

A reciclagem tem-se mostrado extremamente importante nas sociedades com altas taxas de consumo de recursos naturais. O crescimento populacional resultou na transferência

de quantidades consideráveis de nutrientes dos solos agrícolas para os resíduos urbanos (FROSSARD; MOREL, 1995)

O uso de tecnologias que auxiliem na biodegradação de resíduos orgânicos vem de encontro a meta de ajustar a sincronia da liberação de nutrientes com a necessidade das plantas segundo (BÜNEMANN et al., 2004).

A reciclagem, de acordo com LIMA (2002), não é a solução final para os problemas de saneamento ambiental, mas ela pode contribuir significativamente para reduzir os danos causados pela má disposição dos mesmos no meio ambiente, favorecendo a recuperação de solos agrícolas esgotados pela ação de fertilizantes químicos aplicados de forma inadequada.

Por todo o mundo vários métodos de tratamento e disposição de resíduos orgânicos, dentre eles a compostagem, foram e vêm sendo pesquisados na tentativa de minimizar esse problema, (VERGNOUX et al., 2009).

A compostagem pode ser desenvolvida em grandes usinas ou dentro de um apartamento, respeitando a escala fica viável reciclar o lixo orgânico em qualquer lugar. Se for feita em casa, a compostagem pode reduzir até 50% de todo o lixo doméstico, como consequência há redução da quantidade de lixo recolhido e enviado aos grandes aterros sanitários (EcoD BÁSICO, 2012). Assim o processo de compostagem possibilita o cumprimento dos itens considerados fundamentais no conceito de sustentabilidade – minimização de impactos ambientais, minimização de resíduos e maximização da reciclagem (INÁCIO; MILLER, 2009).

O uso da compostagem permite a busca por uma produção agrícola mais sustentável. A produção de hortaliças é uma das atividades agrícolas que normalmente demanda grandes quantidades de fertilizantes minerais. No entanto, a procura por sistemas de produção mais equilibrados tem sido uma constante em todo o mundo, podendo-se destacar neste contexto, o sistema orgânico de produção.

Dados internacionais mostram que o Brasil está entre os cinco países com maior área em produção orgânica, cerca de 1,7 milhões de hectares (WILLER; KILCHER, 2010). A maior parte das propriedades são pequenas e de origem familiar concentrando-se no Sul e Sudeste do país. Com isto, os cultivos orgânicos, biodinâmicos, naturais, ou mesmo outras formas agroecológicas de se produzir, têm sido uma maneira dos produtores atingirem um mercado que exige produtos mais saudáveis, que agredam menos o ambiente e que preservem melhor a saúde dos produtores, dos trabalhadores e dos próprios consumidores. Assim o

objetivo deste trabalho foi obter um composto orgânico da mistura de restos alimentícios com resíduos vegetais e animais, para posterior utilização no manejo da nutrição de diferentes culturas em sistemas orgânicos de produção.

O presente trabalho visa a obtenção de composto orgânico advindo de restos alimentícios misturados a resíduos vegetais e animais, a serem utilizados em sistemas orgânicos de produção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Ao incorporar resíduos de plantas e/ou animais diretamente ao solo ou dispor em pilhas permite-se sua decomposição que pode ser acelerada pelo controle da umidade e aeração através do processo de compostagem, para isso torna-se necessário conhecer os fatores relevantes a este processo.

2.1. MATERIA ORGÂNICA

Cerca de 57% de todo RSU do Brasil é composto de material orgânico (ABRELPE,2006), demonstrando que o país possui um grande potencial para produção de compostos orgânicos.

A matéria orgânica, sob o ponto de vista químico, é toda substância que apresentaem sua composição o carbono tetravalente, tendo suas quatro ligações completadas por hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre ou outros elementos (KIEHL, 1985a).

A síntese da matéria orgânica a partir de elementos minerais e compostos simples é realizada por microrganismos autotróficos e por plantas clorofiladas. Pelo processo de fotossíntese, utilizando energia solar, gás carbônico, água, amido e açúcar, as plantas sintetizam compostos como proteínas, celulose e outras substâncias encontradas nos tecidos vegetais. As plantas servem de alimento aos animais, enquanto que o homem e os animais carnívoros e onívoros se alimentam de plantas e outros animais. Os restos orgânicos, animais e vegetais, retornam ao solo sendo transformados em nutrientes por microrganismos, assimilados pelas plantas, completando o ciclo da matéria orgânica (KIEHL, 2002; PEREIRA NETO, 1989b).

2.2. DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA

A decomposição na presença de oxigênio é chamada de decomposição aeróbia. Esse processo é o princípio básico da compostagem. Na compostagem é muito importante

portanto o processo de aeração. Como resultado deste processo temos basicamente o húmus, os minerais, gás carbônico e água.

Quando a decomposição acontece na ausência de oxigênio ocorre então de decomposição anaeróbia. Este processo ocorre nos biodigestores. O resultado final desse é o biofertilizante e o biogás. O biogás é composto em sua grande parte por metano e gás carbônico.

A decomposição é feita por um grupo diversificado de microrganismos, a exemplo de bactérias, fungos, actinomicetos, protozoários, algas, além de vermes, insetos e suas larvas, resultando na liberação de elementos químicos que estavam imobilizados, tornando-os disponíveis na forma de nutrientes minerais (CAMPOS, 1998; SIQUEIRA, 2006). Durante o processo de decomposição da matéria orgânica uma grande quantidade de substâncias é formada para gerar as células microbianas; através da morte dos microrganismos essas substâncias serão atacadas por outros organismos, ocorrendo uma reciclagem até o ponto em que a matéria orgânica original e complexa se transforme em compostos minerais simples (KIEHL, 1985a).

Os constituintes dos resíduos orgânicos são decompostos em diferentes estágios, com diferentes intensidades e por populações de microrganismos diferentes. Primeiramente são degradados os açúcares, amidos e as proteínas solúveis. Em seguida ocorre a decomposição de algumas hemiceluloses e das demais proteínas. A celulose, certas hemiceluloses, os óleos, as gorduras e as resinas são decompostos de forma mais demorada e por organismos específicos. As ligninas, certas graxas e taninos são materiais considerados como os mais resistentes à decomposição (HAUG, 1993).

Segundo Kiehl (2002b), durante o processo as proteínas são primeiramente hidrolizadas por enzimas proteolíticas produzidas pelos microrganismos, gerando polipeptídios, aminoácidos e outros derivados nitrogenados, os quais podem ser utilizados por outros organismos. O nitrogênio orgânico é convertido à forma amoniacal, sendo que a quantidade produzida é função do teor de proteína, carboidratos e outros constituintes. Daí percebe-se a importância da concentração inicial de nitrogênio no processo de decomposição da matéria orgânica.

2.3. COMPOSTAGEM

A grande quantidade de rejeitos orgânicos no Brasil, a má disposição de RSU nos municípios, as condições socioeconômicas dos habitantes e principalmente a aptidão agrícola do país fazem da compostagem um processo de alta viabilidade de uso.

A compostagem é um processo que pode ser utilizado para transformar diferentes tipos de resíduos orgânicos em composto orgânico que, quando adicionado ao solo, melhora as suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Conseqüentemente ocorre uma complementação na adubação mineral aplicada às plantas, proporcionando mais vida ao solo, tornando-o mais produtivo a longo prazo além de melhorar sua qualidade. Portanto, o uso de composto orgânico proveniente de compostagem reduz o uso de fertilizantes químicos, melhora a qualidade do solo e contribui para minimizar o volume de resíduos em aterros que podem ocasionar a degradação do meio ambiente. A técnica da compostagem foi desenvolvida com a finalidade de acelerar com qualidade a estabilização (também conhecida como humificação) da matéria orgânica. Na natureza a humificação ocorre sem prazo definido, dependendo das condições ambientais e da qualidade dos resíduos orgânicos (EMBRAPA, 2005)

A compostagem é um processo biológico de transformação de material orgânico cru em substâncias húmicas, estabilizadas, com propriedades e características completamente diferentes do material que lhe deu origem. (KIEHL, 1985a).

Richard et al. (1992) define compostagem como uma intervenção humana no processo natural de decomposição. Combinando algumas condições ambientais propícias e um tempo adequado, os microrganismos transformam a matéria orgânica putrescível em um produto estabilizado.

Por ser um processo com interferência humana, visando a obtenção de um composto com maior qualidade e dentro dos padrões legais, a compostagem difere-se da decomposição natural pois é um processo controlado.

No processo de compostagem é importante observar a relação Carbono/Nitrogênio da matéria prima escolhida, realizar o processo em local coberto, controlar a umidade, aeração, temperatura e demais fatores conforme o objetivo de utilização do composto.

Segundo IPT (2000), o processo de compostagem aplicado a resíduos sólidos urbanos apresenta as seguintes vantagens:

- redução de cerca de 50% do lixo destinado ao aterro;
- redução dos impactos ambientais associados a degradação dos resíduos orgânicos em locais inadequados;
- economia de aterro;
- aproveitamento agrícola da matéria orgânica;
- melhoria das propriedades físicas do solo;

- reciclagem de nutrientes para o solo;
- economia na aquisição de fertilizantes minerais;
- processo ambientalmente seguro;
- eliminação de patógenos;
- economia de tratamento de efluentes;
- economia na coleta e transporte dos resíduos sólidos.

2.4. MÉTODOS DE COMPOSTAGEM

A compostagem pode ser classificada segundo os fatores predominantes no processo de fermentação, sendo explicados a seguir (KIEHL, 1985a; CAMPOS, 1998).

a) Quanto à aeração

Método aeróbico: Neste método durante o processo de compostagem procura-se garantir a presença de oxigênio do ar atmosférico evitando-se a compactação da massa. A decomposição aeróbica é caracterizada pela elevação da temperatura muito acima da temperatura ambiente. Neste processo são gerados gases, sendo o anidrido carbônico o principal deles. Ao final do processo obtém-se um composto orgânico com elevado grau de estabilização da matéria orgânica, o que não ocorre no processo anaeróbico.

Método anaeróbico: Neste método a fermentação é realizada por microrganismos que podem viver em ambientes isento de ar atmosférico. A decomposição se dá com a massa encharcada ou completamente imersa em água, como ocorre com o lodo de esgoto nos tanques digestores das estações de tratamento ou com o material dos biodigestores. Neste processo são gerados gases tais como o CH₄(metano), utilizado como fonte energética, gás sulfídrico, ácidos orgânicos e mercaptanos de cheiro desagradável. O processo anaeróbio é mais demorado que o aeróbico, mas em compensação não exige os cuidados com o controle da temperatura, aeração e umidade, necessários ao processo aeróbico.

b) Quanto à temperatura

Criófilo: quando o processo ocorre à temperatura ambiente. No caso do processo anaeróbico, pelo fato de não haver elevação sensível da temperatura da massa, a qual se mantém próxima da temperatura do líquido a qual essa massa esta imersa, o processo é sempre criófilo.

Mesófilo: quando a decomposição ocorre a uma faixa de temperatura de 35 a 50°C o processo de digestão é mesófilo. Na decomposição aeróbica a massa se aquece por liberação de energia, efeito do metabolismo exotérmico dos microrganismos alcançando

uma faixa de temperatura mesófila. Esse aquecimento pode ser feito de forma artificial pra acelerar o processo.

Termófilo: se na fase mesófila a atividade microbiana continuar a proporcionar umaumento na temperatura pode-se atingir temperaturas acima de 50°C, o que caracterizará o processo termófilo.

c) Quanto ao Ambiente

Ambiente Aberto: são considerados em ambiente abertos os processos nos quais a massa a ser decomposta é colocada em montes nos chamados pátios de compostagem. Neste caso necessita-se de uma maior área e de um maior tempo de decomposição.

Ambiente Fechado: os processos em ambientes fechados são aqueles nos quais o material a ser fermentado é encaminhado para digestores em forma de tambores rotativos ou tanques com revolvedores mecânicos para movimentação da matéria orgânica.

d) Quanto ao tempo de compostagem

Lento: os processos lentos também são conhecidos como processos naturais, são aqueles nos quais a material orgânico a ser fermentado é disposto em montes nos pátios de compostagem após separação dos materiais não degradáveis.

Acelerado: os processos acelerados ocorrem quando o material a ser compostado sofre algum tipo de tratamento especial visando melhorar as condições de decomposição. Como exemplo pode-se citar: injeção de ar na massa, aquecimento artificial, padronização do diâmetro das partículas do material a ser compostado, entre outros.

Além das anterioreso processo pode ser classificado, quanto ao grau de complexidade, influenciando no custo e no uso de mão-de-obra (HAUG, 1993).

Pilhas estáticas: o material é colocado em pilhas estáticas onde a aeração ocorre apenas devido ao fluxo convectivo do ar. É um processo de baixíssimo custo, muito lento e que resulta em um composto de baixa qualidade devido à não uniformidade da decomposição.

Pilhas aeradas: o material é colocado em pilhas onde a aeração poderá ocorrer ou por revolvimento periódico das pilhas ou por aeração forçada através do bombeamento de ar para o interior das pilhas. Esse método permite controlar a umidade e temperatura das pilhas e evitar a decomposição anaeróbica. Na realização do revolvimento periódico também se promove uma melhor uniformização do material.

Reatores: a compostagem é realizada em ambientes que promovem condições ótimas para acelerar a decomposição do material. Os reatores possuem meios para revolver, irrigar e aerar o material, possibilitando um maior controle da aeração, temperatura e

umidade, sem a geração de odores desagradáveis. Apresenta a desvantagem de ser um método de elevado custo de implantação e manutenção, além da necessidade de mão-de-obra especializada.

Uma classificação mais recente, vem sendo utilizada para os processos de compostagem de acordo com a escala em que a produção do composto é realizada. Os processos podem ser classificados de grande (usinas de compostagem), média (leiras com volumes superiores a 3m³) e pequena escala (realizadas em composteiras ou leiras com volume inferior a 3m³), que é o objeto de estudo do presente trabalho (MARQUES; HOGLAND, 2002).

2.5. FATORES QUE INFLUENCIAM O DESENVOLVIMENTO DA COMPOSTAGEM

O processo de compostagem deve ser feito em condições que permitem o desenvolvimento de temperaturas termofílicas, que ao final resultem num produto estável, sanitizado, rico em compostos húmicos e cuja utilização no solo, não ofereça riscos ao meio ambiente. Contudo a eficiência do processo de compostagem está diretamente relacionada a fatores que proporcionam condições ótimas para que os microrganismos aeróbios possam se multiplicar e atuar na transformação da matéria orgânica (VALENTE et al., 2009).

2.5.1. Microorganismos

Uma contínua mudança das espécies de microrganismos marca o processo de compostagem, devido às modificações nas condições do meio, sendo praticamente impossível identificar todos os presentes (MILLER, 1992).

A intensidade da atividade dos microrganismos decompositores nos processos de compostagem está estritamente relacionada à diversificação e a concentração de nutrientes presentes na matéria orgânica (PEREIRA NETO, 2007c).

Para que ocorra a decomposição, os microrganismos liberam enzimas hidrolíticas, que retiram porções da matéria orgânica na forma solúvel e de baixo peso molecular, sendo necessária a presença de oxigênio nesta fase, para que a matéria orgânica já absorvida seja metabolizada (KIEHL, 2004c).

O início da decomposição dos resíduos orgânicos é chamada de fase mesófila, há presença predominante de bactérias. Elas são responsáveis pela digestão inicial da matéria orgânica, promovendo o aumento da temperatura. Nesta fase, ocorre também a atuação de

fungos, que contribuem no processo de decomposição utilizando os diferentes substratos orgânicos como fonte de energia (CORRÊA et al., 1982).

Esses microrganismos são produtores de ácidos, que degradam as proteínas, os amidos e os açúcares (TURNER, 2002). Devido a liberação de calor e consequente aumento da temperatura, ocorre a morte dos microrganismos mesófilos (PEIXOTO, 1988), aumentando a população de actinomicetos, bactérias e fungos termófilos (RIFFALDI et al., 1986). Ocorre nesta fase a degradação dos lipídeos e frações de hemicelulose pelas bactérias e da celulose e lignina pelos actinomicetos e fungos (KIEHL, 1985a).

2.5.2. Relação C/N

A atividade dos microrganismos heterotróficos, envolvidos no processo de decomposição depende diretamente tanto do conteúdo de C para fonte de energia, quanto de N para síntese de proteínas, influenciando assim nos níveis de maturação de substâncias orgânicas e seus efeitos no crescimento microbiológico (SHARMA et al., 1997).

Para efeito de balanço de nutrientes, e também na qualidade do composto final, a relação C/N deve ser determinada no material a ser compostado (MORREL et al., 1985).

A variação dos tipos de microrganismos envolvidos no processo define quantidade de C exigida por unidade de N (PEIXOTO, 1988). A qualidade do C, a ser digerido, também interfere na velocidade e na quantidade de carbono que será transformado em CO₂ durante a compostagem e esse tempo necessário para que se processe a decomposição e a mineralização da matéria orgânica é, em grande parte, determinado pela concentração de N da matéria orgânica. (COSTA, 2005; PEREIRA NETO, 2007c).

A concentração de C vai diminuindo ao longo do processo de compostagem em decorrência da oxidação da matéria orgânica pelos microrganismos, que liberam CO₂ através da sua respiração, ocasionando, uma redução na relação C/N (ZHANG e HE, 2006).

2.5.3. Umidade

A observação do teor de umidade da pilha é importante porque os fungos, actinomicetos e bactérias responsáveis pela compostagem exigem uma umidade em torno de 50 a 60 % (COSTA, 1994).

A umidade em torno dos 30% inibe a atividade microbiana, sendo que um material com umidade acima de 65% proporciona uma decomposição lenta, condições de anaerobiose e lixiviação de nutrientes (RICHARD et al., 1992).

A matéria orgânica decomposta é hidrófila e as moléculas de água se aderem fortemente à superfície das partículas, saturando os seus micro e macroporosportanto, o excesso de umidade reduz a penetração de oxigênio na leira (ECOICHEM, 2004).

2.5.4. pH

A matéria-prima utilizada na compostagem geralmente é de natureza ácida, como sucos vegetais, sangue, urina, fezes, alimentos, etc.

O início da decomposição caracteriza-se pela formação de ácidos orgânicos e os traços de ácidos minerais que se formam reagem com bases liberadas da matéria orgânica, gerando compostos de reação alcalina (SHARMA et al., 1997, DAI PRÁ, 2006).

O pH do composto aumenta a medida que o processo se desenvolve, atingindo muitas vezes, níveis superiores a 8,0 isto se deve à formação de ácidos húmicos, que também reagem com os elementos químicos básicos, formando humatos alcalinos (KIEHL, 2004c).

Primavesi (1981) afirma que as alterações do pH podem ativar ou quase inativar as enzimas presentes nos microrganismos.

Sendo assim considera-se ótima a faixa de pH entre 5,5 e 8,5 para o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela compostagem uma vez que a maioria das enzimas encontram-se ativas nesta faixa de pH (RODRIGUES et al., 2006). Da mesma forma Deon et al. (2007) estudaram a compostagem da mistura de resíduos alimentares com restos de jardim e concluíram que o pH do composto, ao longo do período, permaneceu constante, em torno de 7,8.

2.5.5. Temperatura

A temperatura pode ser considerada como o mais importante indicador da eficiência do processo de compostagem, estando intimamente relacionada com a atividade metabólica dos microrganismos (PEREIRA NETO, 1988d).

Na compostagem da mistura de dejetos de suínos e serragem a aferição da temperatura é um parâmetro que pode indicar a taxa de decomposição e a maturidade do composto, sendo considerado maduro, quando a temperatura atingir valores próximos a temperatura ambiente segundo estudos de Tiquia et al. (1997b).

Muito embora não se possa afirmar que o composto estará maduro, quando a temperatura da biomassa atingir valores próximos a temperatura ambiente, uma vez que

compostagem, é afetada por fatores como a umidade do substrato, a disponibilidade de nutrientes, bem como o tamanho das leiras.

Segundo Pereira Neto (2007c) a temperatura da biomassa poderá a diminuir em função de uma redução da umidade, de uma menor concentração de nutrientes no substrato ou devido a um menor tamanho das leiras, o que proporciona uma maior perda de calor para o ambiente.

A decomposição inicial é realizada por microrganismos mesófilos, que utilizam os componentes solúveis e rapidamente degradáveis da matéria orgânica segundo Rodrigues et al. (2006). Sendo assim, calor gerado, durante a oxidação da matéria orgânica, acumula-se no interior da leira, elevando a temperatura de 25°C para 40-45°C, em um período de 2 a 3 dias e isto se deve ao fato do metabolismo dos microrganismos serem exotérmico. (TANG et al., 2004; KIEHL, 1985a), ao temperatura atingir valores acima dos 45°C, a atividade microbiológica mesofílica é suprimida pelo surgimento de uma comunidade microbiana termofílica (TIQUIA, 2005c). Miyatake e Iwabuchi (2006) indicaram que durante o período de elevação da temperatura de 20°C para 70 °C, houve um pico no consumo de oxigênio entre 43°C e 60°C, que foi atribuído ao aumento do número de microrganismos mesófilos quando a temperatura atingiu 40°C e a elevação da população de microrganismos termófilos a 60°C. Os autores avaliaram a relação entre a temperatura e a atividade microbiana na compostagem de esterco de bovinos leiteiros, em função da taxa de aeração.

2.5.6. Granulometria

Outro fator importante a ser considerado, que interfere no processo de compostagem acelerando o processo de decomposição, é a granulometria, ou dimensão das partículas, sendo que quanto menor a granulometria das partículas, maior será a área que poderá ser atacada e digerida pelos microrganismos (KIEHL, 1985a; KEENER,DAS, 1996; FERNANDES&DA SILVA,1999).

A distribuição do tamanho das partículas e a porosidade entre as partículas afetam o balanço entre o conteúdo de água e o ar para cada nível de umidade segundo Raiv et al. (1986). Partículas menores que 0,5 mm e, em particular, entre 0,1 e 0,25 mm, tiveram uma maior influência sobre a porosidade a retenção de água segundo Handreck (1983). Muito embora deva-se considerar que quanto menor a partícula melhor decomposição, Benito et al. (2006) avaliaram a compostagem de resíduos de podas de árvores e constataram que o melhor substrato foi aquele que apresentou partículas grosseiras, entre 0,25 e 2,5 mm, pois permitiu

uma melhor taxa de umidade e uma adequada aeração. Pereira Neto (1988d) afirmou que o tamanho ideal das partículas encontrava-se entre 20 e 80 mm. Porém, anos mais tarde, Pereira Neto (2007c) conclui que as partículas da massa em compostagem devem situar-se entre 10 e 50 mm.

2.6. CARACTERÍSTICAS DO COMPOSTO ORGÂNICO

As características físicas e químicas dos compostos irão depender diretamente do tipo de substrato e do método de produção utilizado. São encontrados na literatura uma vasta quantidade de trabalhos que apresentam as características químicas de compostos produzidos a partir de resíduos urbanos misturados a outros substratos (Tabela 1). Com relação aos métodos utilizados, o método de leiras a céu aberto destacou-se, principalmente, por ser um método simples e apresentar baixo custo de execução.

Tabela 1- Características Químicas de Compostos Orgânicos produzido pelo método de leira a céu aberto utilizando resíduos urbanos misturados a outros substratos

Tipos de Resíduo	Características Químicas	Referências
Lixo urbano - Capim - Caroco de Açai	25,97 g/kg de P ₂ O ₅ ; 30,60 g/kg de K ₂ O; 70,88 g/kg de Ca; 12,92 g/kg de Mg; 3,72 g/kg de S; 6,62 de pH;	TEXEIRA et al. (2002)
- Lixo urbano - Capim - Caroco de Açai	2,43% de P ₂ O ₅ ; 1,18% de K ₂ O; 3,49% de Ca; 0,33% de Mg; 0,96% de S; 69,25% matéria orgânica; pH 6,42	TEXEIRA et al. (2004a)
Lixo Urbano	248 g/kg de Matéria orgânica 1,0 g/kg de P; 9,5 g/kg de K; 43,9 g/kg de Ca; 2,7 g/kg de Mg; 2,0 g/kg de S;	RUPPENTHAL & CASTRO (2005)
30% Lixo urbano; 40% capim; 30% caroco de açai	74,90 % de matéria orgânica; pH 6,7; 3,13% de P ₂ O ₅ ; 0,79% de K ₂ O; 3,03% de Ca; 0,23% de Mg; 0,48% de S.	TEXEIRA et al. (2004b)
35% Lixo urbano; 15% serragem; 50% caroco de açai	94,17 % de matéria orgânica; pH 6,07; 3,85% de N; 1,36% de P ₂ O ₅ ;	TEXEIRA et al. (2004b)

0,76% de K₂O;
1,90% de Ca;
0,22% de Mg;
0,59% de S.

FONTE: BRITO, 2008.

Atualmente existem vários materiais com potencial de uso como substratos para produção de mudas e para aplicação direta em solos. Entretanto a falta de estudos e informações sobre a utilização desses materiais tem limitado sua utilização. Segundo Costa et al. (2001), o composto de resíduos alimentícios pode se destacar como uma alternativa para utilização como composto orgânico, principalmente por ser de fácil aquisição e apresentar baixo custo.

Existem muitos tipos de substrato, em suas formas originais e modificadas, que são usados para produção e crescimento de mudas de diversas espécies. O substrato deve apresentar boas características físicas e químicas, sendo as físicas mais importantes, uma vez que as características químicas podem ser mais facilmente manipuladas. Na escolha de um meio de crescimento essas características devem ser analisadas, além dos aspectos econômicos.

Algumas características são consideradas essenciais para um bom substrato: baixa compactação e de forma uniforme; baixa densidade; ter boa capacidade de campo e troca catiônica; ser isento de sementes de plantas indesejáveis, de pragas e de microrganismos patogênicos, boa porosidade para a drenagem do excesso de água durante a irrigação e chuvas, mantendo uma aeração apropriada para as raízes; apresentar boa agregação das suas partículas nas raízes; boa capacidade de retenção de água; apresentar resistência ao desenvolvimento de pragas e doenças; ser facilmente operado em quaisquer condições de tempo; ser abundante; ser economicamente viável, segundo CAMPINHOS JR. et. al. (1984); SANTOS et al. (2000), COUTINHO E CARVALHO (1983).

Segundo Gomes (2001), dentre os diversos tipos de substratos existentes destacam-se a vermiculita, o composto orgânico, o esterco bovino, a moinha de carvão vegetal, a terra de subsolo, a serragem, o bagaço de cana, as acículas de Pinus, o húmus de minhoca, o composto de resíduos sólidos urbanos e suas misturas em porcentagens variadas.

Segundo Silva (2000), o composto orgânico, qualquer que seja o processo utilizado para sua formação, apresenta uma composição com pequenos teores de nitrogênio, fósforo e potássio (em torno de 1%) e praticamente 50 % de matéria orgânica humificada. É de grande valor o composto orgânico na recuperação de solos cansados, tendo larga aplicação

na agricultura, em florestas energéticas e na recuperação de áreas degradadas, dentre as vantagens apresentadas pela utilização de compostos orgânicos pode-se citar:

- É a melhor fonte de matéria orgânica humificada;
- Substitui o húmus natural do solo;
- Aumenta a capacidade de retenção de água e ar no solo;
- Melhora as condições físicas, químicas e biológicas do solo;
- Possibilita a formação de microbiota no solo;
- Aumenta a porosidade do solo, tornando-o mais arável;
- Assegura a conservação da umidade e protege contra a evaporação, o frio e calor;
- Por ser sanitizado, é empregado diretamente nas plantações de frutas e verduras, que são consumidas cruas;
- Dá mais vidas aos jardins, mais viço às plantações e eleva a produtividade agrícola, e;
- Restabelece as condições ecológicas locais.

Como pôde ser observado o composto orgânico beneficia o desenvolvimento das plantas não só em sua fase de muda como também em todo seu ciclo de vida. Esses benefícios ocorrem de forma direta, através dos micro e macronutrientes presentes em sua composição, e de forma indireta, através das melhorias causadas ao solo onde as plantas irão se desenvolver.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no setor de Suinocultura da Fazenda-Escola do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, localizado no município de Inconfidentes, Minas Gerais. Ascomposteiras foram alocadas no setor de Suinocultura, em um galpão coberto, com altura de 4,0m, 1,80 de largura, por 372 dias (Figura 1).



Figura 1. Local de armazenamento das composteiras. IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, 2014.

As composteiras foram confeccionadas em madeira compensada, com 0,9x0.9x0,9 m de altura e comprimento e largura com tampas para evitar a incidência de animais e/ou insetos, com um orifício na parte de baixo para eventual saída de chorume. As composteiras foram graduadas para facilitar o processo de enchimento (Figura 2).



Figura 2 – Caixas de madeira compensada com tampa e orifício de recolhimento de chorume, nas dimensões de 0,9 x 0,9 x 0,9 metros para realização da compostagem de resíduos alimentícios. IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, 2014.

Os materiais a serem compostados foram coletados em diversos setores da fazenda se constituindo de: restos de alimentos do refeitório institucional, esterco bovino, cana de açúcar picada, soro de leite, restos de varrição, serragem, fermento de pão e açúcar (Figura 3).



Figura 3 - Resíduos alimentícios coletados e restos de varrição, respectivamente. IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, 2014.

Os resíduos foram colocados nas composteiras em camadas alternadas – tipo sanduíche – respeitando o quesito relação Carbono/Nitrogênio (C/N). Ao todo foram 4 composteiras (Figuras 4), constituindo-se quatro tratamentos, como a seguir:

a) **Composteira 1:** 15 cm de restos de varrição, 5 cm de restos de alimentos; 5 cm de esterco bovino, colocados nesta sequência até o preenchimento total da composteira.

b) **Composteira 2:** 15 cm de restos de varrição, 5 cm de restos de alimentos e 450 ml de soro de leite, colocados nesta sequência até o preenchimento total da composteira.

c) **Composteira 3:** 15 cm de restos de varrição, 5 cm de restos de alimentos, 5 cm de cana de açúcar picada, colocados nesta sequência até o preenchimento total da composteira.

d) **Composteira 4:** esta composteira foi modificada, sendo pesadas as quantidades de restos de alimentos e elaborada por camadas, sendo a primeira de 15 cm de restos de varrição, 26 kg de restos alimentícios, 650 g de fermento de pão ativado com açúcar, 15 cm de restos de varrição, 19 kg de restos alimentícios, 475 g de fermento de pão ativado, 15 cm de restos de varrição, 23 kg de restos alimentícios, 575 g de fermento de pão ativado com açúcar, 15 cm de restos de varrição, 24 kg de restos alimentícios, 600 g de fermento de pão ativado e por fim foi coberta com palha.



Figura 4 – Processo de montagem das composteiras: graduação das mesmas facilitando o processo de enchimento com os resíduos, colocação dos resíduos na quantidade adequada em sistema ‘sanduíche’, ou seja, intercalando os subprodutos sendo a última camada sempre composta por palha. IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, 2014.

A temperatura do galpão foi medida durante todo o período de realização do experimento.

A temperatura da massa de compostagem foi aferida após 14 dias do enchimento das composteiras, através de um termômetro digital de haste, da marca RÜCKEN RPDT-700, Tipo J (Ferro-Constatan), duas vezes ao dia as 9:00 h da manhã e as 15:00h, durante os seis primeiros meses.

A temperatura da massa de compostagem foi aferida em 5 diferentes pontos nas composteiras (Figura 5), sendo um em cada extremidade e outro no centro.



Figura 5. Processo de aferição de temperatura, em cinco pontos diferentes, com termômetro digital, seguida de anotação. IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, 2014.

As amostras foram coletadas em três épocas: aos meses Agosto de 2011, Dezembro de 2011 e Abril de 2012 (Figura 6).



Figura 6. a) Retirada de amostras com auxílio da escavadeira, em diferentes profundidades, b) homogeneização das amostras e c) amostras prontas após processo de secagem e moagem, respectivamente. IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, 2014

As amostras foram enviadas ao Laboratório de Matéria Orgânica e Resíduos do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, foram coletados cinco pontos distintos das amostras. Foram analisados os seguintes parâmetros físico – químicos: pH em água; P (fósforo); K (potássio); Ca (cálcio); Mg (magnésio); N (nitrogênio); S (enxofre); Na (sódio); B (boro); amônio; nitrato; Zn (zinco); Fe (ferro); Mn (manganês); Cu (cobre); Cr (cromo); Cd (cádmio); Ni (níquel); Pb (chumbo); CO (carbono orgânico); M.O. (matéria orgânica); carbono de ácidos húmicos; carbono de ácidos fúlvicos; densidade; umidade. Além destas análises amostras foram coletadas para a determinação do pH.

Para a determinação de pH em HCl, foram pesadas 2,0 gramas de cada amostra, colocadas em 20 ml de solução de HCl, aguardando-se um tempo de 3 horas, para a medição do pH, procedeu-se a medição.

Para o pH em água, foram pesadas 2,0 gramas de cada amostra, colocadas em 20 ml de solução de água destilada, aguardando - se um tempo de 3 horas, para a medição do pH. Foram 90 amostras, realizadas em triplicata.

A relação C/N foi baseada na metodologia de quantificação de proteínas, MICRO KJELDAHL junto com a metodologia de quantificação de matéria orgânica.

Foi realizada análise microbiológica nos compostos obtidos, através da técnica dos tubos múltiplos, utilizando a Instrução Normativa (IN) nº 62 de 26 de agosto de 2003 com algumas adaptações.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O composto obtido apresentou para as quatro diferentes composteiras, cor e odor característicos de compostos orgânicos (Figura 7).



Figura 7. Composto obtido após o processo. IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, 2014

A temperatura média do galpão durante os seis primeiros meses variaram de 19,45°C a 24,45°C. Este dado é importante relatar, uma vez que a temperatura interna do composto, segundo Inácio e Miller (2009) é influenciada por condições atmosféricas como variação de umidade relativa do ar e velocidade do vento.

Observou-se durante os 22 dias do início da decomposição, uma pequena quantidade de chorume nas composteiras 3 e 4, quantidade esta que não ultrapassou 20 ml cada. O chorume é um líquido de cor marrom-escuro e odor característico que contém partículas decantáveis de matéria orgânica biodegradável e matéria orgânica dissolvida e sais dissolvidos (INÁCIO; MILLER, 2009). Este chorume foi analisado quanto ao número mais provável de coliformes, onde foi verificado: Coliformes termotolerantes: NMP 1100 em 100 ml de amostra; Coliformes totais: NMP > 1100 em 100 ml de amostra; Coliformes Aeróbios mesófilos: $5,8 \times 10^6$ UFC/ml de amostra (est.). Ainda podemos relatar que na composteira 3 dentre outros materiais foi utilizado cana de açúcar picada e na composteira 4 foi utilizado fermento de pão já ativado com açúcar. A observação deste chorume pode ter sido devido à decomposição de compostos como açúcares, amidos, aminoácidos entre outros, a serem

primeiramente degradados, seguidos de materiais de difícil degradação como certas hemiceluloses, óleos, gorduras etc. (PEREIRA NETO, 2010a).

Quanto ao composto, houve grande compactação, dificultando a entrada da haste do termômetro utilizado. Para esta ocorrência, Inácio; Miller (2009) relataram que restos de alimentos são resíduos que, na compostagem, são fontes de carbono e energia disponíveis em forma de carboidratos de fácil biodegradação e tendem a formar massas compactas no interior das leiras que impedem o fluxo de ar.

Decorridos 22 dias de experimento, larvas brancas do gênero *Dípteras* apareceram dentro das composteiras. Provavelmente estas vieram dos restos de varrição ou dos restos de alimentos (Figura 8). Durante todo o processo um alto teor de umidade foi observado. Como neste experimento não houve revolvimento dos resíduos, esta umidade diminuiu com o tempo (Figura 9).



Figura 8 - Larvas brancas - Ordem Díptera. . IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, 2014



Figura 9 – Observação da umidade interna das composteiras devido ao molhamento do compensado. . IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, 2014

Um mês após a montagem, as composteiras reduziram aproximadamente 70% do seu volume inicial (Figura 10). Os resultados encontrados neste trabalho, vão de encontro aos resultados obtidos por Kiehl (1985a) que afirma que esta redução pode ser de 50 a 80% e de acordo com Inácio e Miller (2009) a perda de carbono, através do CO₂ e a intensa perda de água (umidade) são responsáveis por redução de 25-50% no volume e 40-80% no peso total da massa.



Figura 10. Redução de volume nas composteiras. IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, 2014

Em relação temperatura da massa de compostagem, houve diferença significativa entre os tratamentos verificados quando aferidos no período matutino, sendo que os maiores valores foram obtidos na composteira 1. Não houve diferença significativa entre as composteiras quanto à temperatura vespertina. Quanto à temperatura média, não houve diferença significativa para as composteiras 4 e 1, entretanto foram superiores aos encontrados nas composteiras 2 e 3 (Tabela 1).

Tabela 2- Temperatura mensurada da compostagem

Tratamentos	Temperatura Matutina (°C)*	Temperatura Vespertina (°C)*	Temperaturas Médias (°C)*
Caixa 1	32,39 b	30,27 a	31,34 b
Caixa 2	27,38 a	27,50 a	27,44 a
Caixa 3	28,95 a	24,68 a	28,96 a
Caixa 4	29,88 a	30,08 a	29,98 b

*Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% (FERREIRA, 2000).

Quanto às temperaturas mensais dos compostos, foi observado que os primeiros meses apresentaram maior temperatura média, aproximadamente 32°C, o que pode ser justificado pelo início da decomposição. Muitos trabalhos relataram que o processo de compostagem deve atingir altas temperaturas (PEREIRA NETO, 2010a; SOUZA, RESENDE, 2006), entretanto Inácio e Miller (2009) relataram que sob condições anaeróbicas as altas temperaturas, em torno dos 50° não são alcançadas, o que pode explicar os valores para as temperaturas encontradas neste trabalho, uma vez que não houve revolvimento dos resíduos.

Em relação aos valores de pH, houve diferença significativa, sendo que na composteira 2, foi o composto que apresentou maior valor (7,06) e a composteira 4 o menor (6,55). Quanto à data de amostragem, a terceira amostra, retirada em dezembro de 2012, apresentou maior valor de pH. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Pereira Neto (2010a) que relatou que alguns trabalhos registram que a faixa ideal para a compostagem é entre 6,5 e 8,0. Demais experiências realizadas na Universidade Federal de Viçosa indicam que a compostagem pode ser desenvolvida em faixa ampla de pH, compreendendo de 4,5 a 9,5 e que os valores extremos são automaticamente regulados pelos microrganismos por meio da degradação de compostos que produzirão subprodutos ácidos ou básicos de acordo com a necessidade do meio. Estes relatos confirmam que o pH encontrado em todas as caixas de compostos são satisfatórios. Entretanto o pH do produto final, maturado, deverá ser sempre superior a 7,8 (PEREIRA NETO, 2010a) dados estes que corroboram aos encontrados neste trabalho. Valores entre 7,0 e 8,5 foram 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 (Brito, 2006; Valente et al., 2009). Conhecer os valores de pH em durante o processo de compostagem é de elevada significância uma vez que estes valores fornecem boas indicações sobre o estado de decomposição da matéria orgânica que foi submetida a um processo de fermentação (KIEHL, 1985a). Outros autores reafirmam que o pH é uma forma de analisar se o composto atingiu o ponto de bioestabilização ou semi-cura (GOMES; PAIVA, 2001, SILVA, 2008) onde se espera que o pH se apresente em torno de 6,0 e 6,5 (ABREU JR. ET AL., 2005).

Nas análises microbiológicas, realizadas pela técnica dos tubos múltiplos segundo a IN 62/2003, no composto foram verificados os seguintes valores de números mais prováveis, NMP de *Coliformes* termotolerantes/ml de amostra: 93, 43, 23 e <3,0 para as

composteiras 1, 2, 3 e 4 respectivamente. Observou-se uma pequena quantidade de chorume nas composteiras 3 e 4 (> 20 ml cada) que foi analisada microbiologicamente resultando em: Coliformes termotolerantes - número mais provável (NMP) 1100 em 100 ml de amostra; Coliformes totais: NMP>1100 em 100 ml de amostra; Aeróbios mesófilos: 5,8 x 10⁶ UFC/ml de amostra (est.). Para estas análises foi usado a Instrução Normativa (IN) nº 62 de 26 de agosto de 2003 que oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água com pequenas modificações (BRASIL, 2003). Estes resultados não ultrapassaram os limites aceitos pela IN 62/2003.

Após o processo de compostagem os diversos compostos gerados foram analisados em relação aos teores de matéria orgânica, nitrogênio na forma amoniacal e nítrica, metais pesados, macro e micronutrientes. Os resultados obtidos, utilizando as unidades indicadas pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado das Análises realizadas.

Parâmetro	Unidade	Caixa 1	Caixa 2	Caixa 3	Caixa 4
Umidade	%	42,09	45,10	33,65	40,16
MO	%	30,32	30,35	37,23	32,29
CO	%	17,59	20,16	21,60	18,73
Amônio	mg.kg ⁻¹	33,60	26,90	23,50	15,10
Nitrato	mg.kg ⁻¹	6,70	26,90	13,40	21,80
N	mg.kg ⁻¹	1,31	1,40	1,64	1,33
P	mg.kg ⁻¹	1,20	0,78	1,05	0,74
K	mg.kg ⁻¹	0,76	0,63	0,86	0,97
Ca	mg.kg ⁻¹	0,99	0,74	1,25	1,33
Mg	mg.kg ⁻¹	0,15	0,13	0,11	0,13
S	mg.kg ⁻¹	0,77	0,62	0,86	0,79
Na	mg.kg ⁻¹	1,28	0,82	1,54	1,80
B	mg.kg ⁻¹	112,56	52,34	44,28	18,57
Fe	mg.kg ⁻¹	2,50	129,10	2,64	27,74
Zn	mg.kg ⁻¹	2,87	2,82	172,2	180,6
Mn	mg.kg ⁻¹	254,0	292,5	435,9	230,1
Cu	mg.kg ⁻¹	480,2	48,4	35,3	23,3
Cr	mg.kg ⁻¹	39,6	55,4	37,8	27,8
Cd	mg.kg ⁻¹	1,3	1,2	1,3	0,5

Ni	mg.kg ⁻¹	20,8	8,8	11,0	5,0
Pb	mg.kg ⁻¹	5,8	5,6	2,7	2,3

A Legislação Brasileira de Insumos Agrícolas que regulamenta o comércio e demais características para fertilizantes, corretivos e inoculantes é a Lei nº 6.894/1980 – Decreto nº 4.954/2004. Dentro desta legislação há a Instrução Normativa (IN) SDA Nº 23/2009 que aprova as normas sobre as 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.

O composto orgânico obtido neste trabalho pode ser considerado como composto de lixo, o qual respeita todas as características do Anexo III da IN em questão. Entretanto quando se analisa o Anexo III da legislação o mesmo relata sobre especificações dos fertilizantes orgânicos mistos e compostos. Assim subentende-se que este composto de lixo, pode ser considerado fertilizante orgânico composto, classe A, de natureza física sólida.

O teor de carbono orgânico (CO) dos compostos estão acima de 15% considerado o mínimo necessário para atender a legislação. Analisando o Anexo III da IN 23/2009 verifica-se que os resultados para os quatro diferentes compostos obtidos, são satisfatórios.

Estudos realizados pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (EMBRAPA, 2005) com resíduos de fumo secados a 110 °C, foram encontrados porcentagens de N, P e K de 2.17, 0.51 e 2.78, respectivamente. Sedyama et al. (2000) encontraram, em trabalho realizado comparando composto orgânico oriundo de resíduo de *Leucena* com esterco animal quanto aos valores de N, P e K, valores em porcentagem também similares no composto orgânico curado 1.59, 0.27, 0.98. Estes resultados quando comparados aos encontrados neste trabalho verifica-se uma porcentagem satisfatória para os macronutrientes primários (N, P e K).

No composto obtido foi verificado valores expressivos para os micronutrientes Fe e Mn. Malavolta (1980) relatou que o Fe é o micronutriente que se apresenta em maior teor no solo, variando entre 22 e 40% em mg.kg⁻¹.

Na tabela 4 encontram-se os teores de metais pesados aceitos em fertilizantes produzidos a partir de resíduos orgânicos urbanos.

Tabela 4- Teores aceitos de metais pesados em mg.Kg⁻¹(cádmio - Cd, cromo - Cr, níquel - Ni, chumbo - Pb, cobre - Cu e zinco - Zn) em fertilizantes orgânicos de alta qualidade.

TEORES/ELEMENTO	Cd	Cr	Ni	Pb	Cu	Zn
mg.kg ⁻¹	<1	<70	<30	<100	<100	<200

Fonte: Kiehl (1998, *apud* GENEVINI, 1997).

O composto obtido na composteira 4 foi totalmente satisfatório quanto ao teor de cádmio, enquanto os demais não conseguiram atingir o limite máximo. Para o cromo, níquel e chumbo todos os compostos obtidos se enquadram nas normas. Quanto ao elemento cobre, somente a composteira 1 apresentou uma discrepância alta quanto ao limite máximo permitido apresentado na tabela acima. Este valor pode ter sido influenciado pelas características do resíduo utilizado e do material utilizado para acelerar o processo (esterco). Alves e Passoni (1997) analisando o compostos de lixo urbano encontraram faixas de variação para concentração de metais pesados em mg.kg⁻¹ de 50-114 para Cu; 297-583 para Zn; 0,62-1,70 para Cd; 56-93 para Cr e 92-208 para Pb. Assim preocupa-se o composto obtido na caixa 1 para a característica de cobre, entretanto, Mantovani et al. (2003) estudando a calagem e adubação de vermicomposto na produção e nos teores de metais pesados em alface relataram que a aplicação de doses acima de 50 t.ha⁻¹ de vermicomposto limitaram a produção da alface, mas não a tornaram imprópria para consumo humano no ponto de vista da concentração de metais pesados. O vermicomposto utilizado pelo autores, possuía 197 mg.kg⁻¹ de Cu e 455 mg.kg⁻¹ de Zn.

Quanto à característica de umidade à temperatura de 65°C para todos os compostos encontram-se dentro dos limites estabelecidos na IN 25/2009 que estabelece como limite máximo de umidade o valor de 50% para compostos Classe A. Kiehl (1985a) recomendou que a umidade pode atingir níveis máximos de 55% e Brito (2008a) considerou como limite máximo, para não ocorrer aumento de custo, até 44%. Valente et al. (2009) relataram que os valores de umidade podem ser estendidos até um limite máximo de 60%. Analisando as literaturas citadas juntamente com a IN em questão, estes compostos apresentam-se dentro dos limites ideais Conhecer o teor final de umidade do composto é de extrema importância quando deseja-se fazer o uso deste como substrato, pois esta é uma das características que promoverá a retenção de umidade no material onde a muda será inserida (Eckhardt, 2011).

Para a característica de matéria orgânica comparando os resultados aos obtidos por Pereira Neto (2010a) que encontrou valor de 17,45% de MO em adubo orgânico (húmus), os valores obtidos neste trabalho se mostraram bem acima, 30,32; 34,75; 37,23; e 32,29% para as caixas 01, 02, 03 e 04 respectivamente, sugerindo que deva ser utilizado com o objetivo de aumentar a quantidade de MO no solo, visto que a matéria orgânica aumenta a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo proporcionando uma maior retenção de cátions, como K, Ca, Mg, evitando que sejam lixiviados, e suprindo as plantas de nutrientes, através da solução do solo. A MO, proveniente da decomposição dos resíduos vegetais que cobrem o solo, forma uma barreira ao impacto das águas da chuva, evitando enxurradas e protegendo-o contra a erosão causada por elas. A MO, através dos ácidos húmicos, oxálico e málico, componentes da MO agem na disponibilização de fósforo (P) para as plantas. A MO pode ativar a microbiota do solo beneficiando populações que se associam às raízes das plantas, melhorando a eficiência das mesmas em absorver o P do solo.

Quanto à relação C/N foi obtido 17,42:1,31; 19,97:1,40; 21,39:1,64; 18,55:1,33 para as caixas 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Esta relação obedece, com exceção da caixa 3, os requisitos de concentração de N total (%) e C orgânico (%) que segundo a IN 25/2009 para o composto classe A pode assumir valores mínimos 15:1 e máximo de 20:1. 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 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 semi-curado de forma que este poderá ser incorporado ao solo sem riscos de causar danos às plantas (Kiehl, 1985a). Há uma preocupação com a relação encontrada na composteira 3 pois materiais orgânicos com elevada relação C/N podem, quando aplicados ao solo, produzir deficiência de nitrogênio às plantas (Kiehl, 1985a).

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a mistura de diferentes tipos de resíduos vegetais e animais se mostraram promissoras na obtenção de adubo. Os compostos obtidos neste experimento se mostram promissores para serem utilizados em sistema orgânico de produção e não somente isso, mas também como medida de reaproveitamento de resíduos que normalmente iriam para o ambiente, causando poluição e prováveis impactos ambientais negativos pois uma agricultura sustentável só poderá advir de uma sociedade sustentável, buscando soluções integradas.

6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

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

ALVES, W.L.; PASSONI, A.A. **Composto e vermicomposto de lixo urbano na produção de mudas de oiti cania tomentosa (benth)) para arborização**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.32, n.10, 1997

ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais) **Panorama dos resíduos sólidos 2009**, Relatório de 2009, São Paulo, 2009.

AHN, K.K, T.L. RICHARD AND T.D. GLANVILLE. **Laboratory determination of compost physical parameters for modeling of airflow characteristics**. *WasteManage.*, 28: 660-670. 2008.

ALVES, W. L.; PASSONI, A. A. Composto e vermicomposto de lixo urbano na produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa* (Benth.) para arborização. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 10, p. 1053-1058, 1997.

BENITO, M.A., A. MASAGUER AND R. DE A. MOLINER. **Chemical and physical properties of pruning waste compost and their seasonal variability**. *BioresourceTechnol.*, 97: 2071- 2076. 2006

BRASIL, 2003. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa agropecuária. **Instrução Normativa N° 62**, de 26 de agosto de 2003.

BRITO, M. **Manual de Compostagem**. Escola Superior Agrária de Ponte Lima (ESAPL), Portugal, 2006.

BRITO, M. J. C. **Processo de compostagem de resíduos urbanos em pequena escala e potencial de utilização do composto como substrato**. 124 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Processos – Universidade Tiradentes, Aracajú, 2008.

BÜNEMANN, E.K., D.A BOSSIO, P.C. SMITHSON, E. FROSSARD AND A. OBERSON. **Microbial community composition and substrate use in a highly weathered soil as affected by crop rotation and P fertilization**. *Soil Biol. Biochem.*, 36: 889-901. 2004

CAMPINHOS Jr. E.; IKEMORI, Y.K.; MARTINS, F.C.G. Determinação do meio de crescimento mais adequado à formação de mudas de *Eucaliptus* sp. e *Pinus* sp. em recipientes plásticos rígidos. *In: Simpósio Internacional: Métodos de Produção e Controle de Qualidade de Sementes e Mudanças Florestais*, p.350-358, Curitiba, 1984.

CAMPOS, A. L. O. Avaliação Metodológica da Estabilização da Fração Orgânica Putrescível em uma Leira de Compostagem de Resíduos Sólidos Domiciliares.

Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil, 1998.

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Emissões de metano no tratamento e na disposição de resíduos. **Relatório de referência:** Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa. Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT, 2002.

CORREIA, D., F.P. PRESSI, M.L.G. JACOMETTI E P.I. SPITZNER. Tecnologia de fabricação de fertilizantes orgânicos. In: Cerri, C.C.; D. Athié. The regional colloquium on soil organic matter *Archivos de zootecnia* vol. 58(R), p. 80. *studies. Proceeding.* São Paulo. p. 217-222. 1982.

COSTA, M. B. B. Nova síntese e novo caminho para a agricultura “adubação orgânica”. São Paulo: Ícone, 102 p. 1994.

COSTA, C. A.; CASALI, V. W.D.; RUIZ, H. A.; JORDÃO, C. P.; CECON, P.R. Teor de metais pesados e produção de alface adubada com composto de lixo urbano. *Horticultura Brasileira.* v. 19. n.01. p 10-16, 2001.

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

COUTINHO, C. J.; CARVALHO, C. M. O. Uso da Vermiculita na Produção de Mudanças Florestais. In: *ENCONTRO NACIONAL DE REFLORESTADORES*, p.54-63, Curitiba, 1983.

DEON, M., J.L. MATTIAS, C.N. NESI E D.F. KOLLING. Avaliação da qualidade de composto orgânico na Universidade Comunitária Regional de Chapecó. *Rev. Bras. Agroecol.*, 2: 1441- 1444. 2007.

DAI PRÁ, M.A. Desenvolvimento de um sistema de compostagem para o tratamento de dejetos de suínos. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS. 127 p. 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico.** Cruz das Almas: Embrapa CNPMFT, 12p. Circular técnica, 76. 2005.

ECKHARDT, D.P. Potenciais fertilizantes de adubos orgânicos à base de esterco bovino e sua utilização na produção de mudas de alface. 58f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2011.

ECOD BÁSICO: **Compostagem**, uma solução para o lixo orgânico. Disponível em <http://www.ecodesenvolvimento.org/vocecod/guia-da-compostagem-uma-solucao-para-o-lixo#ixzz25hcwYXIO>. Acesso em 06 de setembro de 2012.

ECOChem. **Compostingprocess**. 2004. http://www.ecochem.com/t_compost_faq2.html. Acesso em: 2/7/2013.

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

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

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows 4. 0. In: **Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria**, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FIORI, M.G.S., M. SCHOENHALS E F.A.C. FOLLADOR. Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia. *Engenh. Amb.*, 5: 178-191. 2008.

FROSSARD, E.; MOREL, J. L. Assessment of phosphate fertilizing value of urban sewage sludges. In: **Soil management in sustainable agriculture**. Wye College Press, University of London, UK, Wye College. p.226-230 1995.

FUREDY, C. **Reduzindo os Riscos para a Saúde do Uso do Lixo Orgânico Sólido Urbano**. Revista Agricultura Urbana, n.3, março, 2001.

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros Florestais: Propagação sexuada**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2001.

HAUG, R.T. **The Practical Handbook of Compost Engineering**. Lewis, Boca Ratón, 1993.

HANDRECK, K.A. Particle size and the physical properties of growing media for containers. *Commun. Soil Science. Plant. Anal.*, 14: 209- 222. 1983.

INÁCIO, C.de T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 156 p.: il.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas: **Manual de Gerenciamento Integrado do Instituto de Pesquisas Tecnológicas**. 2000.

KEENER, H.M. AND K. DAS. Process control based on dynamic properties in composting: moisture and compaction considerations. In: **The science of composting**. part 1. Chapman & Hall. England. p. 116-125. 1996.

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. São Paulo. Agronômica: Ceres, 1985. 492 p.

_____. Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto. 3ª Ed. Piracicaba, 171p. 2002.

_____. Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto. 4ª Ed. Piracicaba. 173 p. 2004.

LIMA, M.A. **Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios.** Cad. Ciência Tecnol., 19: 451-472. 2002.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** Agronômica Ceres. São Paulo, 228 pag. 1980.

MANTOVANI, J.R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; CHIBA, M.K.; BRAZ, L.T. **Calagem e adubação com vermicomposto de lixo urbano na produção e nos teores de metais pesados em alface.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 3, p. 494-500, julho-setembro 2003.

MARQUES, M.; HOGGLAND, W. Processo descentralizado de compostagem em pequena escala para resíduos sólidos domiciliares em áreas urbanas. In: **XVIII Interamerican Congress of Sanitary and Environmental Engineering**, October 27-31, Cancun, Mexico, 2002.

MILLER, F.C. **Composting as a process base don the control of ecologically selective factors.** In: Meeting, F.B. *Soil Microb. Ecol.*, 18: 515- 543. 1992.

MIYATAKE, F. AND K. IWABUCHI. Effect of compost temperature on oxygen uptake rate, specific growth rate and enzymatic activity of microorganisms in dairy cattle manure. *Bioresource Technol.*, 97: 961-965. 2006.

MORREL, J.L., F. COLIN, J.C. GERMON, P. GODIN AND C. JUSTE. Methods for evaluation of the maturity of municipal refuse compost. In: **Gasser, J.K. Composting of agricultural and other wastes.** Elsevier. London. p. 56-72. 1985.

OLIVEIRA, A. M. G.; AQUINO, A. M. ; NETO, M. T. C. **Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico.** EMBRAPA Circular Técnica 76. Cruz das Almas – BA, Dez. 2005.

PNSB. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.** IBGE. 2002

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

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo.** Ed. ver. e aum. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010a. 81p.: il.

_____. **Conceitos Modernos de Compostagem.** *Engenharia Sanitária*, v.28, n.3, p 104-109. 1989b.

_____. **Manual de compostagem: processo de baixo custo.** UFV. Viçosa. 81 p. 2007c.

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

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

RAIV, M.Y. CHEN AND Y. IMBAR. Peat and peat substitutes as growth media for container grown plants. In: Chen, Y. **The role of organic matter in modern agriculture.** MartinusNijhoff Publishers. Dordrecht. p. 227-287. 1986.

RICHARD, T., N. TRAUTMANN, M. KRASNY, S. FREDENBURG AND C. STUART. **The science and engineering of composting. The Cornell composting website, Cornell University.** 1992 http://www.compost.css.cornell.edu/composting_homepage.html. Acesso em: 12/08/2012.

RIFFALDI, R., R. LEVI-MINZI, A. PERA AND M. DE BERTOLDI. **Evaluation of compost maturity by means of chemical and microbial analyses.** *Waste Manage. Res.*, 4: 96-387. 1986.

RODRIGUES, M.S., F.C. DA SILVA, L.P. BARREIRA E A. KOVACS. **COMPOSTAGEM: reciclagem de resíduos sólidos orgânicos.** In: **Spadotto, C.A.; Ribeiro, W. Gestão de Resíduos na agricultura e agroindústria.** FEPAF. Botucatu. p. 63-94. 2006.

RUPPEMTHAL, V.; CASTRO, A. M. C. Efeito do Composto de Lixo Urbano na Nutrição e Produção de Gladiolo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo.** v. 29, p. 145-150. 2005.

SANT'ANA FILHO, R. Aterro sanitário. In: **Técnicas De Tratamento de Lixo Domiciliar Urbano.** p.13-43. Belo Horizonte. Curso. Belo Horizonte, ABES, 1992.

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don. **Ciência Florestal.** v10, n.2, p.1-15, 2000.

SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C. P.; VIDIGAL, S. M.; MATOS, A. T. de. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e animais. **Scientia Agrícola.** v.57, n.1 p.128-135, 2000.

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

SIQUEIRA, F. G. **Efeito do Teor de Nitrogênio Inoculantes e Métodos de Compostagem para Cultivo de *Agaricus blazei*.** Dissertação de Mestrado, UFLA, Lavras, MG, Brasil, 2006.

SILVA, M. E. C. **Compostagem de Lixo em Pequenas Unidades de Tratamento**. Viçosa, CPT, 2000

SILVA, L. N. da. **Processo de Compostagem com diferentes porcentagens de resíduos sólidos agroindustriais**. 70p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) -Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná. 2008.

SOUZA, J. L. de.; REZENDE, P. L. **Manual de Horticultura Orgânica**. 2ª ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 843 p. 2006.

TANG, J.C., T. KANAMORI AND Y. INQUE. Changes in the microbial community structure during thermophilic composting of manure as detected by quinone profile method. *Process Biochem.* 2004.

TEIXEIRA, L.B.; GERMANO, V.L.C.; OLIVEIRA, R.F. de; FURLAN JÚNIOR, J. **Processo de Compostagem a Partir de Lixo Orgânico Urbano e Caroço de Açaí**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002a. 8p. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular Técnica, 105)

_____. **Processo de Compostagem, a partir de Lixo Orgânico Urbano, em Leira Estática com Ventilação Natural**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2004b. 8p. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular Técnica, 33).

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

_____. **Effects of turning frequency on composting of spent pig-manure sawdust litter**. *Bioresource Technology*, v.62: p.37-42. 1997b

TIQUIA, S.M. **Microbiological parameters as indicators of compost maturity**. *J. Appl. Microbiol.*, 99: 816-828. 2005c

TUOMELA, M., M. VIKMAN AND A. HATAKKA. Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. *Bioresource Technol*, 72: 169-183. 2000.

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

VALENTE, J.P.S.; GROSSI, M.G.L., **Educação: “lixo domiciliar”**. FUNDACENTRO/UNESP, 1999.

VALENTE, B.S, XAVIER, E.G. MORSELLI, T.B.G.A. JAHNKE, D.S. BRUM JR., B. DE S. CABRERA, B.R. MORAES, P. DE O. LOPES, E D.C.N. **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos**. *Archivos de zootecnia* vol. 58(R), p. 60. 2009.

VERGNOUX, A., M. GIULIANO, Y. LE DRÉAN, J. KISTER, N. DUPUY AND P. DOUMENQ. Monitoring of the evolution of an industrial compost and prediction of some compost properties by NIR spectroscopy. *Sci. Total Environ.* 2009. <http://www.sciencedirect.com>. Accessed on: 12/03/2014.

WILLER, H.; KILCHER, L. (Eds.) (2010), *The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2010*. **IFOAM**, Bonn, and FiBL, Frick..

ZHANG, Y. AND Y. HE. Co-composting solid swine manure with pine sawdust as organic substrate. *Bioresour Technol.*, 97: 2024-2031. 2006.