

EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES ACELERADORES NA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS PROVENIENTES DE RESTAURANTE E VERDURÕES EM TRÊS CORAÇÕES - MG

Damião dos SANTOS¹

Matheus Batista BARROS²

Remerson Jaques PEREIRA³

Rosângela Francisca de Paula Vitor MARQUES⁴

¹ Cursando 10º período de Engenharia Ambiental e Sanitária. tstvga@hotmail.com

² Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária. mb.barros1000@gmail.com

³ Cursando 10º período de Engenharia Ambiental e Sanitária. remersonjaques@yahoo.com.br

⁴ Doutora em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas –professora do mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos e cursos de Agronomia e Engenharia ambiental e Sanitária - Universidade Vale do Rio Verde - Unincor

RESUMO : O aproveitamento da matéria orgânica para produção de compostos orgânicos é de grande valor para redução do volume de resíduos destinado ao lixão ou ao aterro sanitário, com potencial adequado ao uso agrícola. Objetivou-se realizar um estudo de compostagem com a utilização de três tipos de composição tendo como matéria prima resíduos sólidos orgânicos provenientes de verduras e restaurantes. Para a confecção do experimento foram utilizados recipientes com capacidade de 200 litros, os quais foram utilizados resíduos orgânicos na proporção de 2 kg de solo e 5 quilos de resíduos orgânicos em cada um dos recipientes. Posteriormente foram adicionados 3 kg de pó de café, 3 kg de serragem e 3 kg de palha de café em cada um dos recipientes respectivamente. Realizou-se o reviramento das leiras cada 3 dias e medido a temperatura. Realizou-se a caracterização química dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S e de micronutrientes (B, Cu, Mn, Zn, Fe). Os macronutrientes foram comparados ao preconizado pela IN 25/2009 e os micronutrientes em relação aos teores obtidos para compostos de Resíduos sólidos urbanos (RSU), conforme sugerido por Cravo et al. (1998). Para a comparação dos compostos utilizou-se o teste de média (T). Não houve diferença entre os compostos orgânicos sendo que os valores de macronutrientes apresentaram-se baixos. Quanto aos micronutrientes, o B apresentou-se maior do que os presentes em RSU e os teores de Fe, Cu, Mn e Zn em menores quantidades, porém é necessário a verificação e o comportamento junto à cultura a ser implantada.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos; Tempo de maturação do composto, Caracterização química.

ABSTRACT:

The use of organic matter for the production of organic compounds is of great value for reducing the volume of waste destined for the landfill or landfill with potential suitable for agricultural use. The objective of this study was to compose three types of composting using organic solid waste from greenhouses and restaurants. For the preparation of the experiment were used containers with a capacity of 200 liters, which were used organic waste in the proportion of 2 kg of soil and 5 kg of organic waste in each of the containers. Subsequently 3 kg of coffee powder, 3 kg of sawdust and 3 kg of coffee straw were added to each of the containers respectively. The rows were revised every 3 days and the temperature was measured. The chemical characterization of the nutrients N, P, K, Ca, Mg and S and micronutrients (B, Cu, Mn, Zn, Fe) were carried out. The macronutrients were compared to that recommended by IN 25 / 2009 and the micronutrients in relation to the contents obtained for compounds of urban solid waste (RSU), as suggested by Cravo et al. (1998). For the comparison of the compounds the mean (T) test was used. There was no difference between the organic compounds and the macronutrient values were low. As for micronutrients, the B was higher than those present in MSW and the Fe, Cu, Mn and Zn contents were smaller, but verification and behavior were necessary with the culture to be implanted.

KEYWORDS: Solid waste; Time of compound maturation, Chemical characterization.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da população, o crescimento da urbanização e o desenvolvimento industrial tem aumentado a pressão sobre os bens naturais e a produção de resíduos sólidos (MAZZER e CAVALCANTI, 2004). Para a promoção dos princípios e diretrizes relativas e apoio integrado do gerenciamento dos resíduos sólidos foi aplicada no Brasil a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), em 02 de agosto de 2010, através da lei 12.305 (BRASIL, 2010). Segundo Philippi Jr (2005) *apud* Coutinho et al. (2011), para se obter a solução do problema dos resíduos, de forma a obter um desenvolvimento sustentável, deve-se utilizar diversas maneiras no gerenciamento de resíduos sólidos.

Considerando, portanto, um meio entre medidas de redução de geração e métodos de tratamento e disposição. Nesse sentido, a compostagem é considerada destinação final ambientalmente adequada para os resíduos, segundo as definições da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), que inclui também a reutilização, reciclagem, recuperação e aproveitamento energético (BRASIL, 2010). Apenas 211 municípios destinam a fração orgânica dos resíduos para compostagem. Sem uma coleta adequada, os resíduos orgânicos são destinados aos aterros e ocupam maior espaço, além da formação do

chorume, o qual precisa de tratamento encarecendo a operação.

Dessa forma, a disposição inadequada resultada numa simples descarga do lixo a céu aberto, sem levar em consideração: a percolação dos líquidos derivados da decomposição do lixo, a liberação de gases para a atmosfera e a proliferação de vetores como: insetos, roedores e animais que podem transmitir doenças ao homem (MUÑOZ, 2002).

Pode ocorrer a emissão de particulados e outros poluidores atmosféricos, relacionados com a combustão do lixo ao ar livre – exercício recorrente, em nossos municípios - ou pela incineração de dejetos sem o uso de equipamentos de controle. Dessa forma, os impactos dessa deterioração estendem-se para além das áreas de disposição final dos resíduos, afetando toda a população, (GOUVEIA, 2012), principalmente, aquelas do entorno das áreas de disposição final, sobretudo por falta de gerenciamento dos resíduos sólidos adequadamente.

Segundo SANTOS; SILVA (2009), um dos poluentes gerados com a disposição incorreta dos Resíduos Sólidos Urbanos é o chorume gerado pelo processo de decomposição anaeróbia de matéria orgânica. Assim, a quantidade de chorume produzido pelo resíduo sólido sem o devido tratamento torna o lençol freático exposto a sérias contaminações.

A implantação de aterros sanitários ainda constitui um problema devido aos elevados custos e à escassez de áreas disponíveis e adequadas, além da degradação ambiental (IPEA, 2012).

SOARES (2012) realizou um estudo sobre a influência de diferentes doses de compostos produzidos no sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares para o desenvolvimento de tomateiro, no bairro Santa Rosa, Campina Grande - PB, no desenvolvimento de culturas agrícolas. Na qual utiliza várias proporções de composto na cultura e concluiu o composto formado apresentava características favoráveis para sua utilização.

Dessa forma objetivou-se realizar um estudo em escala piloto de compostagem de com a utilização de três tipos de composição resíduos sólidos orgânicos e caracterização química tendo como matéria-prima: os resíduos sólidos orgânicos provenientes de verduras e restaurantes visando a aplicação em culturas agrícolas.

Problemas relacionados aos resíduos sólidos

O aumento populacional, o crescimento industrial, novos padrões de consumo e a pouca sensibilidade da sociedade em relação ao meio ambiente, provoca a crescente produção de resíduos sólidos. Na qual, os resíduos gerados pela sociedade em suas diversas atividades, resultam em riscos à saúde

pública, degradam o meio ambiente, além dos aspectos sociais e econômicos envolvidos na questão (SIQUEIRA; MORAIS, 2009).

Resíduos sólidos

A Associação Brasileira de Normas Técnicas- ABNT (2004, p.7), por meio da norma NBR 10.004/ 04 define como resíduo sólido os —materiais em estado sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

Eles podem ser classificados, segundo Sanchez (2006), de várias formas: por sua natureza física (seco e molhado), por sua composição química (matéria orgânica ou inorgânica), dentre outras. A NBR 10.004 da ABNT (2004, p. 9), considera que os resíduos podem ser divididos em duas classes levando em conta os riscos potenciais de contaminação do meio ambiente:

a) Resíduos classe I ou perigosos;

b) Resíduos classe II - não perigosos: sendo subdivididos em:

• Classe II A - Não-Inertes;

• Classe II B – Inertes;

Dessa forma, entende-se que resíduos sólidos orgânicos são todos resíduos não inerte de origem conhecida (animal ou vegetal), ou seja, que recentemente fazem parte de um ser vivo, como por exemplo: frutas, hortaliças, folhas, sementes, cascas de ovos, restos de carnes, e outros (BENTO et al, 2013).

O processo da Compostagem

O processo de compostagem é a decomposição e estabilização biológica de substratos orgânicos usando a ação de diferentes microrganismos. Isso está relacionado com o manejo do material orgânico pelo homem que identificou os processos naturais e elaborou técnicas para acelerar a decomposição e produzir compostos orgânicos. Os resíduos utilizados podem ser de origem urbana, industrial, agrícola e florestal (CERRI, 2008).

A matéria orgânica é feita através de processos físicos, químicos e biológicos, efetuados em duas fases diferentes. A primeira, da bioestabilização ou semimaturação, quando ocorrem as reações bioquímicas mais intensas, predominantemente termofílicas, e se eliminam as bactérias patogênicas; a segunda fase, a maturação, é quando ocorre a humificação (GOUVEIA, 2012).

Fatores da compostagem

Como demonstrado no Manual Básico de Compostagem (2011), o processo de compostagem pode ser caracterizado em um perfil baseado no comportamento térmico com quatro fases bem definidas:

- 1ª Fase – Mesófila: a temperatura varia de 30 a 40°C, tem duração de 3 a 4 dias e são degradados resíduos simples (verdes);
- 2ª Fase – Termófila: a temperatura nesta etapa varia de 40 a 60°C, aqui ocorre a

diminuição do volume da massa, uma vez que devido a elevada temperatura há a evaporação da água;

- 3ª Fase – Arrefecimento: quando a máxima temperatura atingida na fase termófila a atividade microbiana desce, devido ao fato de poucos microrganismos aguentarem a elevadas temperaturas (60°C), assim nesta etapa começa a ocorrer o resfriamento do processo de compostagem;

- 4ª Fase – Maturação: é nesta fase que o composto adquire as propriedades físico-químicas e biológicas necessárias.

Em relação à umidade, de acordo com Reis et al (2004), para que a compostagem possa ter ocorrência normalmente é importante ter equilíbrio água e ar, sendo que, este é mantido quando se tem um teor de umidade na ordem de 55%, o que é considerado o ideal para o processo.

Embasamento Legal da Compostagem de RSU

Com a Lei nº. 12.305 de 02 de Agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, a compostagem começou a ser uma opção de destinação final ambientalmente adequada dos resíduos orgânicos, uma vez que na lei, como citado no V do Artigo 36: “implantar sistema de compostagem para resíduos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido”.

Além da Lei nº. 12.305/10 existe

também outra que se enquadra no âmbito federal, a Lei nº. 11.445, que vêm definir as diretrizes nacionais para o Saneamento Básico, onde assim como na PNRS fica instituído que dentro do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos deve se ter uma etapa responsável pela triagem dos resíduos urbanos sendo assim processos de reciclagem, reuso ou compostagem.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto experimental de compostagem foi realizado no município de Três Corações, na zona urbana localizada na rua Iracema, nº 49 – Jardim Paraíso. No período de junho a dezembro de 2018. O clima da região é caracterizado como quente e temperado. Chove muito menos no inverno que no verão. O clima é classificado como Cwa de acordo com a classificação de Köppen e Geiger. Três Corações tem uma temperatura média de 20.2 °C. Tem uma pluviosidade média anual de 1401 mm, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010).

Para a confecção do experimento foram utilizados recipientes de material plástico com capacidade de 200 litros, que foram divididos ao meio por um corte transversal com capacidade de 100 litros cada. Posteriormente os recipientes foram fixados de forma suspensa por um cavalete, com altura de aproximadamente de um metro, com uma

inclinação de 20° para o escoamento do percolado conforme Figura 1.

Figura 1: Croqui do experimento



Fonte: do autor (2018)

Montagem das leiras

Foram utilizados resíduos orgânicos provenientes de um supermercado e verdureão na proporção de 2 kg de solo e 5 quilos de resíduos orgânicos em cada um dos recipientes. Posteriormente foram adicionados 3 kg de pó de café, 3 kg de serragem e 3 kg de palha de café, nos recipientes 1, 2 e 3 respectivamente, totalizando em cada recipiente 10 kg da mistura para a compostagem como forma de acelerar o processo de compostagem conforme descrito por Matos (2014).

Os recipientes foram cobertos para evitar intemperes.

Monitoramento e Medições

Para controlar os fatores que processo de compostagem foi realizado o reviramento das leiras de compostagem a cada 3 dias e, também medido a temperatura com um termômetro de 40 cm de haste, tipo espeto da marca Incoterm, modelo TP101, com precisão

de 0,1 °C.

Esse procedimento foi realizado devido a problemas que pudessem vir a acontecer como umidade baixa. O que ocorreu no início da montagem do experimento, sendo necessário a irrigação dos recipientes para manter uma umidade ideal, que conforme literatura deve ser mantida entre 55% (TINOCO, 2014). Quando a temperatura baixou para 35° C, o composto foi retirado sendo esse valor conforme literatura (TINOCO, 2013).

A aeração é uma atividade importante durante o processo de compostagem, pois, tem a função de resfriar a leira de forma a eliminar o calor excessivo ou reduzir a umidade excessiva. Existem diversas formas de aerar uma leira, sendo as principais o revolvimento manual, o mecânico e a injeção de ar (MASSUKADO, 2008).

Além dos parâmetros acima citados que foram controlados durante o processo foi realizado uma manutenção visual e diariamente a fim de evitar insetos e pragas.

Os nutrientes, relação C:N, tem valores diferentes em várias etapas, o material cru tem uma relação 30:1 (ideal), na fase de bioestabilização entre 12:1 e 18:1 e na fase de humificação de 10:1 a 12:1. Essa relação é importante porque o gás carbônico é o responsável pelo crescimento microbiano. Se existe muito carbono o tempo de compostagem tende a crescer muito e se for muito baixa (nitrogênio elevado) materiais ricos em carbono devem ser agregados para o processo

de compostagem.

O pH, potencial hidrogeniônico, deve estar entre de 7,0 e 8,0 para o processo de compostagem ideal. O lixo tem pH inicial entre 4,5 e 5,0 e o material composto final tem pH entre 7,5 e 9,0. O fator pH influencia diretamente na fermentação da leira.

Após a obtenção do composto, realizou-se a caracterização química dos nutrientes no laboratório SEMEAR da Universidade Vale do Rio Verde – Três Corações. Para tanto coletou-se amostras simples que foram retiradas em diferentes pontos de cada recipiente para formar uma amostra composta. Esses pontos foram escolhidos ao acaso, em diferentes profundidades, de maneira que a amostra composta fosse representativa.

As análises químicas foram de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e de micronutrientes (B, Cu, Mn, Zn, Fe). Posteriormente a caracterização química foi comparada com os valores obtidos em literatura, comparando-se os teores de macronutrientes ao preconizado pela Instrução Normativa - IN 25/2009 e os micronutrientes em relação aos teores obtidos para compostos de Resíduos sólidos urbanos (RSU), conforme sugerido por Cravo et al. (1998).

Com intuito da utilização do composto na cultura agrícola, utilizou-se ainda a Instrução Normativa N° 25, de 23 de julho de 2009. Segundo a normativa os fertilizantes provenientes de resíduos sólidos orgânicos

domésticos são definidos como fertilizantes orgânicos compostos, de Classe C, conforme Tabela 1.

Posteriormente, com o auxílio do

programa Excel, versão 2007, realizou-se o teste T para a comparação dos compostos com diferentes aceleradores.

Tabela 1. Especificações dos fertilizantes orgânicos mistos e compostos segundo Instrução Normativa 25/2009.

Garantia	Misto/ Composto				vermicomposto
Umidade (máx.)	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classes A, B, C, D
N total (mín.)	50	50	50	70	50
*Carbono orgânico (mIn.)	0,5				
*CTC(1)	15				10
pH (mín.)	6,0	6,0	6,5	6,0	
Relação C/N (máx.)	20				14
*Relação CTC/C (1)	Conforme declarado				
Outros nutrientes	Conforme declarado				

*(valores expressos em base seca, umidade determinada a 65°C)

(1) É obrigatória a declaração no processo de registro de produto.

FONTE: Instrução Normativa Nº 25, de 23 de julho de 2009. BRASIL (2009)

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A maturação final dos compostos orgânicos com serragem e capim aconteceu aos 106 dias, sendo que o composto com palha foi maturado posteriormente, após duas semanas, ou seja, 120 dias. A maturação foi definida após o composto apresentar coloração

escura, cheiro de bolor e consistência amanteigada, quando molhado esfregado nas mãos e a temperatura já apresentar valores abaixo de 40°C.

Ao final da maturação dos compostos orgânicos obteve-se a análise química que se apresenta nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Caracterização química de macronutrientes dos diferentes tipos de compostos e seus respectivos aceleradores.

Identificação	Macronutrientes(%)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Palha	0,24*	0,16	0,03*	0,33*	0,09*	0,36*
Capim Poda	0,32*	0,30	0,03*	0,23*	0,07*	0,42*
Serragem	0,29*	0,37	0,02*	0,32*	0,09*	0,27*

*(%) de macronutrientes apresentando déficit em relação a IN 25/2009.

Fonte: (Os autores, 2018).

Em relação à quantidade de macronutrientes presentes no composto, de acordo com IN 25/2009, os elementos apresentam-se com déficit, ou abaixo do que a referida IN preconiza.

De acordo com a legislação brasileira, Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2009), o fertilizante “composto” pronto, para estar apto à comercialização, deve possuir as seguintes características: mínimo de 25,86 % de matéria orgânica total; pH de no mínimo 6,0. Mínimos de 0,5 % de nitrogênio total;

1% para cálcio, magnésio e enxofre, sendo que a relação C/N deverá ter valor máximo de 20/1.

Sendo, portanto, necessário a utilização de compostos que podem enriquecer a quantidade de macronutrientes como os compostos orgânicos N e K, recomendando-se enxofre elementar para o enriquecimento dos compostos e, promover a diminuição do pH de compostos orgânicos excessivamente alcalinos, pela oxidação biológica do S e formação de ácido sulfúrico (FUENTE et al., 2007)

Tabela 3 – Caracterização química de micronutrientes dos diferentes tipos de compostos e seus respectivos aceleradores.

Identificação	Micronutrientes(mg.kg ⁻¹)				
	B	Cu	Mn	Zn	Fe
Palha	163,66	37	158,98	67,99	2278,77
Capim Poda	143,39	32	161,98	57,99	2276,77
Serragem	139,93	33	152,98	78,99	2272,77

Fonte: (Os autores, 2018).

Em relação aos micronutrientes, o elemento boro só foi detectado no composto com concentrações muito elevadas, sendo o seu teor superior em mais de 100% ao observado em Brasília (Cravo et al, 1998). Os teores de Cu, foram considerados muito baixos assemelhando-se aos encontrados nos compostos de RSU de Brasília e Florianópolis (muito mais baixos) de acordo com Cravo et al. (1998), diferindo dos observados em compostos de lixo brasileiros (Alcoforado & Trindade, 1993; Grossi, 1993), e,

relativamente baixos aos obtidos em compostos de resíduos sólidos de países europeus e Estados Unidos (Xin et al., 1992).

Neste contexto a diferença em relação aos municípios brasileiros e estrangeiros pode ser possivelmente em relação ao tipo de resíduo utilizado no presente estudo, somente orgânicos provenientes de verdurões e restaurantes, podendo ser associado à eliminação de contaminantes de resíduos sólidos urbanos, que podem conter compostos metálicos.

Analogamente, os teores de Mn e Zn, comportaram-se de maneira semelhante ao teor de cobre, sendo mais baixo em municípios brasileiros e estrangeiros. Ressalta-se que o valor tolerado para essa variável é de 400 mg.kg⁻¹) em compostos de lixo na Alemanha (Grossi, 1993).

O Fe está abaixo da faixa encontrada em composto de RSU (Grossi, 1993). Ressalta-se que de acordo com Alloway, (1990), o Fe trata-se de um elemento de baixa solubilidade e não-tóxico, sendo portanto fator não preocupante.

Porém, ao se analisar esses micronutrientes, vale salientar que é necessário um estudo mais aprofundado sobre as características da cultura a ser aplicado o composto e o comportamento dessa cultura no campo, e, ainda observar as recomendações de adubação desses micronutrientes (Guimarães e Alvarez, 1999).

A Tabela 4 apresenta os valores do teste T para os compostos orgânicos.

Tabela 4 Resultados dos testes T aplicados às matrizes compostos orgânicos com palha, capim e serragem.

	Palha/ capim	Capim /serragem	Serragem/ palha
Macro- nutrientes	0,47464	0,963929	0,571308
Micro- nutrientes	0,158714	0,842262	0,355843

Fonte: (Os autores, 2018).

Com base no teste estatístico de T, os tipos de compostos orgânicos em relação os

macronutrientes e aos micronutrientes não apresentaram diferença estatística, podendo inferir que as características químicas dos compostos são semelhantes. Fato este que pode ser explicado pelo arranjo dos compostos orgânicos, o qual foi variado somente o tipo de resíduo utilizado para a manutenção da relação C:N e com objetivo de aceleração do processo de compostagem. Ou seja, Isso ocorreu devido os teores de macro e micronutrientes na matéria prima utilizada nos compostos, serem bem próximos, portanto não ocorrendo incremento ou decréscimo com as diferentes proporções. conforme observado também por Silva et al. (2013).

5. CONCLUSÃO

Pode se observar durante todo o processo que a baixa temperatura ambiente influenciou no processo de compostagem.

Não houve diferença significativa entre os compostos orgânicos devido aos teores semelhantes desses nutrientes nas matérias primas utilizadas;

Valores de macronutrientes apresentaram-se abaixo sendo necessário ao longo cultivo da cultura uma adubação principalmente de N e K. Para evitar o aparecimento de folhas com manchas amareladas e conseqüentemente má formação de frutos na cultura a ser aplicada.

Em relação aos micronutrientes, o B apresentou-se maior do que os presentes em

RSU e os teores de Fe, Cu, Mn e Zn em menores quantidades do que aos compostos provenientes de RSU, porém é necessário sua verificação e o comportamento junto à cultura a ser implantada.

Estudos posteriores podem monitorar a decomposição com análises microbiológicas, fazendo um levantamento de quais os microrganismos presentes no composto, desde o início até a maturação e como também a elaboração de como realizar a implantação desse do sistema de compostagem em escala ampliada.

6. REFERÊNCIAS

ALCOFORADO, P.A.R.G. & TRINDADE, A.V. **Efeito do composto de lixo urbano nos teores de metais e outras características químicas do solo.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., Goiânia, 1993. Resumos. Goiânia, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p.307-308.

ALLOWAY, B.J., ed. **Heavy metals in soil.** New York, John Wiley & Sons, 1990. 339p.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004. Resíduos Sólidos Classificação.** Rio de Janeiro; 1987.

BENTO, A. L.; TORRES, F. L.; MAGALHÃES, T. A. **Sistema de gestão ambiental para resíduos sólidos orgânicos.** 2013. 19 f. Universidade Federal de Alfenas. Unifal- MG. 2013.

BRASIL, **Lei nº 11.445.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979, 8.036 de 11 de maio de 1990, 8.666 de 21 de junho de 1993, 8.987 de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528 de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Planalto da Presidência da República. Brasília, 05 de

Janeiro de 2007. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm >. Acesso em: 10/03/2018.

BRASIL, **Lei nº 12.305.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Planalto da Presidência da República. Brasília, 02 de Agosto de 2010. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm >. Acesso em: 15/04/2018.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 25, de 23 de julho de 2009.** 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. Brasília-DF: Ministério da Agricultura, 23 de julho de 2009. Acesso em: 30/05/2018.

CERRI, C.E.P. **Compostagem.** São Paulo: Programa de Pós – Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo. 2008.19p.

COUTINHO, R. M. C.; COUTINHO, A. L. O.; CARREGARI, L. C. Incineração: uma solução segura para o gerenciamento de resíduos sólidos. In: **Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World, 3,** São Paulo. Anais eletrônicos... 2011.

CRAVO M. S., MURAOKA T., GINÉ, M. F. Caracterização química de compostos de lixo urbano de algumas usinas brasileiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** V.22 p.547-553, 1998

EMBRAPA, Hortaliças Sistemas de Produção, 2 ISSN-1678-880x Versão Eletrônica Nov./2007. Acesso em 20/09/2018.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de

manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde Coletiva**, 17(6):1503-1510, 2012.

GROSSI, M.G.L. **Avaliação da qualidade dos produtos obtidos de usinas de compostagem brasileira de lixo doméstico através de determinação de metais pesados e substâncias orgânicas tóxicas**. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1993. 222p. (Tese de Doutorado)

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico de resíduos sólidos urbanos**. Brasília, 2012.

Manual Prático de Compostagem. Prefeitura Municipal de Garibaldi, Garibaldi – RS, Abril de 2011. Disponível em: <http://www.garibaldi.rs.gov.br/upload/page_file/manual-pratico-de-compostagem-netfinal.pdf>. Acesso em: 08/03/2018.

MATOS, A. T. **Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos**. Viçosa, UFV, 2014.

MASSUKADO, L. M.. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008

MAZZER, C.; CAVALCANTI, O. A. Introdução à gestão ambiental de resíduos. **Infarma**, v. 16, n. 11/12, p. 67-77, 2004. Disponível em:<<http://revistas.cff.org.br/?journal=infarma&page=article&op=view&path%5B%5D=299>>. Acesso em: 20/03/2018.

MUÑOZ, S. I. S.. **Impacto Ambiental na Área do Aterro Sanitário e Incinerador de Resíduos Sólidos de Ribeirão Preto, SP: Avaliação dos níveis de metais pesados**. 2002. Disponível em:<http://web-resol.org/textos/incinerador__ribeirao_preto.pdf>. Acesso: 17 abr. 2015.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de Compostagem processo de baixo custo**. Belo Horizonte, UNICEF, 2007. 56p.

REIS, M.F.P., ESCOSTEGUY, P.V., SELBACH, P. **Teoria e Prática da Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos**. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo - RS, 2004.

RIBEIRO, A. C; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V. A, H. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Mina Gerais – 5º aproximação**. Viçosa 1999. 359 p

SANCHES, S.M. et al. A Importância da Compostagem para a Educação Ambiental nas Escolas. **Química Nova na Escola**, São Paulo: Sociedade Brasileira de Química. n. 23, p. 10-13, 2006

SANTOS, G.O.; SILVA, L.F.F. Há dignidade no trabalho com o lixo? Considerações sobre o olhar do trabalhador. **Revista Mal-Estar e Subjetividade**, v.9 n.2, 2009.

SILVA, V. M., RIBEIRO, P. H., TEIXEIRA, A. F. R., SOUZA, J. L. Qualidade de compostos orgânicos preparados com diferentes proporções de ramos de gliricídia (*Gliricidia sepium*) **Revista Brasileira de Agroecologia** 8(1): 187-198 (2013)

SIQUEIRA, M. M.; MORAIS, M. S. Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.14, n. 6, 2009.

SOARES, L. M. P.. **Influência de diferentes doses de compostos produzidos no sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares para o desenvolvimento de tomateiro** Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2012.

XIN, T.H.; TRAINA, S.J.& LOGAN, T.J. Chemical properties of municipal solid waste compost. **J. Environ. Qual.**, 21:318- 329, 1992.