

ARTIGO CIENTÍFICO

IMPLANTAÇÃO DE UM PÁTIO DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS PARA PRODUÇÃO DE FERTILIZANTE: UM ESTUDO DE CASO

Leonardo Guimarães Xavier¹, Risely Ferraz-Almeida¹

Resumo: O aumento da produção agrícola e pecuária tem gerado uma elevada quantidade de resíduos, derivados da atividade agropecuária e agroindustrial. A compostagem é uma técnica que pode ser utilizada para transformar esses resíduos em fontes de nutrientes para as plantas como fertilizantes. O objetivo deste estudo foi demonstrar as etapas necessárias para a implantação de um pátio de compostagem utilizando resíduos de origem agrícola e urbana. Um estudo de caso de compostagem foi realizado na região sudoeste de Minas Gerais. Leiras com resíduos de origem de lodo de estação de tratamento de efluentes de frigorífico e laticínios, sobras de hortifrúti, fábrica de ração e serragem de madeira foram utilizados. Durante a compostagem foram monitorados a temperatura, umidade e pH do material. No final da compostagem determinou-se os parâmetros físicos e a disponibilidade de carbono orgânico, macro e microelementos. A leira com maior quantidade de serragem apresentou durante a compostagem as maiores médias de temperatura e pH devido a maior proporção de material com maior relação carbono/nitrogênio. De acordo com os resultados, a mistura testada de resíduos pode ser uma viável alternativa para fonte de nutrientes para as plantas, concluindo-se que é viável a implantação de um pátio de compostagem para aceleração do processo de estabilização da matéria orgânica e contribuindo diretamente com a redução de passivos ambientais e esgotamento dos aterros, e tornando os resíduos uma fonte de nutrientes para as plantas.

Palavras-chave: Fertilizantes. Biológicos. Nutrientes. Nutrição de plantas

IMPLEMENTATION OF AN ORGANIC WASTE COMPOSTING YARD FOR FERTILIZER PRODUCTION: A CASE STUDY

Abstract: The agricultural and livestock production has generated a high amount of waste, derived from agricultural and agro-industrial activities. Composting is a technique that can be used to transform these residues into sources of nutrients for plants. The objective of this study was to demonstrate the necessary steps for the implementation of a compost yard using agricultural and urban waste. A case study of composting was carried out in the southwest region of Minas Gerais. Residues from the sludge treatment station for the effluent treatment of refrigerators and dairy products, vegetable leftovers, feed mill and wood sawdust were used. During composting, the temperature, humidity and pH of the material were monitored. At the end of composting, the physical parameters and the availability of organic carbon, macro and micro elements were determined. The highest amount of sawdust showed the highest temperature and pH averages during composting due to the higher proportion of material with higher carbon/nitrogen ratio. According to the results, the tested mixture of residues can be a viable alternative source of nutrients for plants, concluding that it is feasible to implement a compost yard to accelerate the stabilization process of organic matter and directly contribute to the reduction of environmental liabilities and depletion of landfills, and making waste a source of nutrients for plants.

Keywords: Fertilizers. Biological. Nutrients. plant nutrition

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 25/11/2022; aprovado em 10/07/2023

¹ MBA em agronegócio, Universidade de São Paulo. Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo. E-mail: stdetarso@hotmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.35512/ras.v7i2.7399>

INTRODUÇÃO

O aumento da produção agrícola e pecuária tem gerado uma elevada quantidade de resíduos sólidos e líquidos, derivados da atividade agropecuária e agroindustrial (Valente et al., 2009). De acordo com Ricardo Moura, diariamente o Brasil produz cerca de 170 mil toneladas de resíduos sólidos, como: entulho, plástico, papel, vidro e matéria orgânica (Embrapa, 2014). Em áreas urbanas, em 2017, a geração de resíduos sólidos chegou a 78,4 milhões de toneladas no Brasil, devendo alcançar 100 milhões de toneladas anuais até o ano de 2030. Desse volume, 91% foram coletados e do montante coletado, 59% dispostos em aterros. O restante coletado é despejado em locais inadequados, como lixões ou aterros controlados que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessárias para proteção do meio ambiente (Abrelpe, 2017). Alternativas para utilização desses resíduos são necessárias para redução de despejo destes no meio ambiente.

O meio agrícola produz diferentes tipos de resíduos de origem vegetal (folhas, galhos, caules, inflorescências, palhas, sabugos e raízes de plantas, cascas de árvores e frutas, bagaços, cama de animais, restos de capins, algas, plantas aquáticas, etc.) e origem animal (estercos, ossos, cascas de ovos, penas, vísceras). Esses resíduos possuem uma alta quantidade de carbono e nitrogênio (e outros elementos), que são considerados essenciais para as plantas, e também, dependendo do tipo dos resíduos, elementos considerados tóxicos (Nunes, 2009).

O uso de resíduos como fonte de nutrientes na agricultura tem sido apresentado como uma alternativa para melhorar a qualidade do solo e reduzir os custos de produção do produtor rural em uma economia circular. Diversos estudos têm apresentado positivas respostas da aplicação de resíduos de origem animal como fonte de nutrientes em sistemas de produção de pastagem e grãos. Em estudos realizados pela Embrapa, Konzen (2004) demonstrou que o aproveitamento integral e racional de todos os recursos disponíveis dentro da propriedade rural, com a introdução de novos componentes tecnológicos, aumenta a estabilidade dos sistemas de produção existentes, bem como maximiza a eficiência dos mesmos, reduzindo custos e melhorando a produtividade.

Uma importante opção de reciclagem é o uso de resíduos em solos agrícolas, quando a adição desses resultar em benefícios agrônômicos, como aumento dos teores de matéria orgânica e de nutrientes do solo. Assim como para outras opções de disposição, a avaliação da viabilidade de se reciclar um resíduo na agricultura deve ser cuidadosa e detalhada, evitando-se que uma atividade desejável sob o ponto de vista ambiental torne-se prejudicial ao meio ambiente (Pires, 2008).

A técnica da compostagem é um recurso empregado com o objetivo de reciclar resíduos orgânicos e sanitizá-los, podendo-se obter um composto com propriedades de fertilizante agrícola e/ou corretor de solos degradados. A alta temperatura atingida pelo sistema deve ser responsável pela redução de micro-

organismos patogênicos presentes no início do processo assegurando, desta forma, a qualidade microbiológica do composto sem oferecer riscos de contaminação. (Heck,2013)

A aplicação dos resíduos de suínos, bovinos e aves podem ser utilizados como fonte de nutrientes na produção de milho (Konzen, 2004). Em estudo realizado de fertilização com dejetos suínos, Silva (2015) observou que a aplicação dos dejetos suínos resultou em aumento significativo nos valores de proteína bruta das plantas de *Brachiaria decumbens*, além de aumentar os teores de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio nas plantas.

A cama de frango também é um resíduo agrícola considerado uma excelente fonte de nutrientes para forrageiras, principalmente devido a alta quantidade de potássio e fósforo. Em solos com baixo aporte de matéria orgânica, a cama de frango é capaz de aumentar os conteúdos de carbono, potássio e fósforo no solo afetando de forma positiva a produção agrícola (Factori 2018).

EMBRAPA (2014) também tem demonstrado outros usos de resíduos da agroindústria do algodão, sisal e coco como fonte de celulose no setor eletrônicos, e substituição ao plástico na construção civil. Outros tipos de resíduos que podem ser utilizados como fonte de nutrientes são os resíduos sólidos industriais, sendo os mais utilizados os da industrialização da cana (bagaços e torta de filtro), tortas vegetais (extração de óleo das sementes oleaginosas), resíduos de frigoríficos e abatedouros (farinha de sangue, farinha de carne e peixe, farinha de cascos e chifres, farinha de ossos, resíduo intestinal), resíduos de indústrias diversas (borra de café, indústria alimentícia, indústria farmacêutica e indústria têxtil).

Os resíduos agrícolas de origem animal e vegetal não devem ser aplicados no solo in natura. A compostagem é apresentada como uma alternativa para aumentar a eficiência na disponibilidade dos nutrientes para as plantas e a incidência de patógenos. Segundo Souza e Resende (2006), a compostagem é a transformação de resíduos orgânicos grosseiros em materiais orgânicos possíveis de serem utilizados na agricultura. Essa prática transforma matéria-orgânica em húmus, gás carbônico, calor e água, através da ação de microrganismos.

O uso da compostagem tem contribuído para melhorar a qualidade do solo devido ao aumento da matéria orgânica e nutrientes, aumentando a produtividade das culturas e a germinação das sementes (Diniz Filho et al., 2007). Quando compostado, os resíduos podem ser utilizados como fertilizantes orgânicos, ou associado a fertilizantes minerais denominados como organomineral.

Os fertilizantes orgânicos ou organomineral tem como características a presença de matéria orgânica. A matéria orgânica exerce importantes efeitos benéficos sobre as propriedades do solo, contribuindo substancialmente para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Segundo Kiehl (1985), os solos dividem-se, quanto à fertilidade, em dois grupos: o primeiro possui coloides minerais e orgânicos capazes de absorver os nutrientes necessários às plantas, evitando que sejam arrastadas pelas águas das chuvas que atravessam o perfil; o segundo são os pobres em matéria orgânica, incapazes de reter

nutrientes liberados pelos minerais do solo ou que a ele forem juntados na forma de fertilizantes minerais. Os fertilizantes minerais e corretivos podem elevar a fertilidade da terra, porém são incapazes de melhorar as propriedades físicas, fato que é peculiar à matéria orgânica.

As principais propriedades físicas influenciadas pela matéria orgânica são redução da densidade aparente (relação entre a massa de uma amostra de terra e o volume ocupado por partículas e poros), melhora da estruturação do solo (agregação das partículas), melhorando a aeração e drenagem interna do solo, aumentando sua capacidade de retenção de água. A matéria orgânica altera a consistência do solo, reduzindo a tenacidade (resistência a ruptura), e melhorando a friabilidade (facilidade de esboroamento).

A matéria orgânica é uma importante fonte de nutrientes para as plantas. Sua presença no solo exerce três funções distintas: fornecedor de nutrientes, corretivo da toxidez e melhorador ou condicionador do solo. O aumento dos teores de matéria orgânica do solo geralmente relaciona-se com o aumento na eficiência de utilização dos nutrientes, levando a um aumento na produtividade das culturas. Estudos que demonstrem a reutilização de resíduos orgânicos como matéria-prima para a produção de fertilizantes são necessários, e, portanto, justificando a realização deste estudo.

Com a hipótese que a implantação de um pátio de compostagem é uma alternativa para minimizar o volume e os impactos causados pela acumulação de resíduos, tornando o composto uma matéria prima para a produção de fertilizantes orgânico, o objetivo deste estudo foi demonstrar as etapas necessárias para a implantação de um pátio de compostagem utilizando resíduos de origem agrícola e urbana.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na zona rural de Pratápolis, município localizado na microrregião de Passos, região sudoeste de Minas Gerais. A microrregião engloba 14 municípios, com uma área de 7.105 km², e se destaca economicamente pela agroindústria (açúcar, álcool, fermento, laticínios,) e agropecuária (café, cana, milho, gado de corte e de leite, avicultura de corte e de postura, suinocultura) (IBGE, 2009).

Em termos setoriais, a geração de renda da região se concentra no setor de serviços (58,8%), seguido por indústria (28,0%) e agropecuária (13,2%). A região é considerada grande produtora de café, responsável por 13% das exportações de Minas Gerais (AMM, 2014).

De acordo com o diagnóstico da cafeicultura mineira, divulgado pela EPAMIG (2010), a cafeicultura é praticada, de forma predominante, na mesorregião Sul/Sudoeste a partir de métodos convencionais, com cultivos pouco mecanizados, ou não mecanizados, em áreas de topografia geralmente inclinada, sem utilização de equipamentos de irrigação. De acordo com a Conab (2019), no

acompanhamento da safra brasileira, a área plantada de café na mesorregião passa dos 645.000 hectares, com uma produção alcançando 15 milhões de sacas.

Os agricultores encontram dificuldades na escolha das cultivares, definição do espaçamento de plantio, controle de doenças, pragas e plantas invasoras. A contratação de mão-de-obra constitui embaraço especialmente na época da colheita. Contudo, a reduzida margem entre o custo de produção e o preço de venda de café, que caracteriza a desfavorável relação de trocas, no atual momento, constitui o principal motivo de desestímulo para os produtores. O aumento do preço dos fertilizantes químicos, que representa um acréscimo significativo no custo de produção do café, provocou desânimo entre os cafeicultores dessa mesorregião. Segundo a EPAMIG (2010), na busca de alternativas mais econômicas para fertilização dos solos, muitos produtores têm demonstrado interesse pelo uso de adubos orgânicos, bem como pela utilização de resíduos de culturas.

Implantação das leiras de compostagem

A implantação das leiras foi realizada em um pátio aberto, com uma área de 5.000 m² e um galpão de 500 m². O pátio foi montado de acordo com a Resolução n° 481 de 3 out. 2017 do Ministério do Meio Ambiente, que estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos.

Os resíduos foram coletados na região rural e urbana de Passos/MG e São Sebastião do Paraíso/MG. Os resíduos são de estações de tratamento de efluente industrial (lodo de Frigorífico e Laticínio); marcenarias e carpintarias (serragem de madeira), da produção de rações (Fábrica de rações; tripas e farinhas de carcaça bovina), e de descartes dos mercados e sacolão (Hortifrúti). Antes da compostagem, amostras dos resíduos foram coletadas para monitoramento da disponibilidade de nutrientes, Tabela 1.

Tabela 1. Características química do Lodo ETE – Frigorífico, Lodo ETE – Laticínio, Hortifrúti, fábrica de ração e Serragem de madeira

Resíduos	MO	N	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	----- % -----				
Lodo ETE - Frigorífico	91,06	7,19	7/1	3,63	0,03
Lodo ETE - Laticínio	80,94	3,94	12/1	3,15	0,05
Hortifrúti	85,00	1,70	41/1	0,50	1,40
Fábrica de ração	88,03	3,00	15/1	0,30	0,15
Serragem de madeira	93,45	0,06	865/1	0,01	0,01

ETE significa Estação de Tratamento de Efluentes; MO significa matéria orgânica e C/N significa relação carbono/nitrogênio

Em geral, considerou-se os resíduos marrons, como fonte de carbono (serragens), enquanto os verdes como fonte de nitrogênio (lodo, resíduos animais e resto de alimentos). A serragem de madeira apresentou a maior relação C/N seguida pelo hortifrúti, fábrica de ração, lodo ETE – laticínio e frigorífico (Tabela 1)

Inicialmente, os resíduos foram cobertos no pátio nos primeiros dias, antes da montagem das leiras para evitar intempéries, principalmente na época de chuvas. Uma área de implantação de sistema de recepção e armazenamento de resíduos orgânicos in natura foi montada. Os resíduos foram recebidos em um galpão coberto, com piso impermeável e cobertos após o descarregamento com as devidas identificações. Medidas foram implantadas para minimizar lixiviados e emissão de odores e evitar a geração de chorume; proteção do solo por meio da impermeabilização de base e instalação de sistemas de coleta, manejo e tratamento dos líquidos lixiviados gerados, bem como o manejo das águas pluviais (Figura 1).

A compostagem foi realizada com implantação de leiras no formato triangular, com ápice ligeiramente arredondado, com 2 metros de largura e aproximadamente 1,2 metros de altura. As leiras foram montadas paralelamente, espaçadas de forma a facilitar o revolvimento e o trânsito do trator no pátio. Para esse estudo foram implantadas 2 leiras, com utilização dos resíduos em proporções diferentes. Em cada leira foram utilizadas 100 toneladas de resíduos. As proporções de Lodo ETE – Frigorífico; Lodo ETE – Laticínio; Hortifrúti; Fábrica de ração; e Serragem de madeira utilizadas foram respectivamente nas proporções de 60; 18; 8; 7; e 7% (FLHSR) e 50; 32; 10; 4 e 4% (SFLHR), Tabela 2.

Tabela 2. Proporções da leira 1.

	Frigorífico	Laticínio	Hortifrúti	Fábrica Ração	Serragem	TOTAL
	----- % -----					
FLHSR	60.0	18.0	8.0	7.0	7.0	100%
SFLHR	32.0	10.0	4.0	4.0	50.0	100%

FLHSR (Frigorífico, Laticínio, Hortifrúti, Serragem e Fábrica de Ração) e leira 2 - SFLHR (Serragem, Frigorífico, Laticínio, Hortifrúti, Fábrica Ração)

As leiras foram montadas alternando os materiais marrons e verdes, com o objetivo de melhorar a homogeneidade dos materiais. As pilhas foram iniciadas com material marrom e finalizadas com material também marrom. Após a montagem, as leiras foram identificadas, sendo realizado diariamente o monitoramento da temperatura. Revolvimentos, controle da umidade, pH, relação C/N, volumes inicial e final também foram monitorados durante o período da compostagem.

Em relação a temperatura, o aquecimento do composto foi de forma natural, somente com o metabolismo exotérmico dos organismos que realizam a decomposição da matéria orgânica. Já em

relação a aeração, o processo utilizado foi o aeróbio com utilização de um revolvente de leiras, permitindo completa estabilização do composto. O revolvente também foi utilizado para controle da umidade. Os revolvimentos para controle da umidade, nos primeiros 10 a 12 dias seguiram os critérios da Tabela 3. Depois desse período, os revolvimentos foram realizados de acordo com a temperatura ($> 70^{\circ}$ C). Durante a compostagem não foi realizada aplicação de corretivos ou fertilizantes nas pilhas.

Tabela 3. Critérios utilizados para o período e quantidade de revolvimento das leiras de acordo a umidade do composto

Umidade	Revolvimento	Quantidade
Entre 60% e 70%	A cada 2 dias	4 a 5 vezes
Entre 40% e 60%	A cada 3 dias	3 a 4 vezes

Coleta dos dados

Durante a compostagem monitorou diariamente a temperatura, umidade e pH das leiras. O monitoramento da temperatura, umidade e pH foram realizados respectivamente utilizando um termômetro de solo em aço inox de 20 polegadas e um medidor de pH e umidade Top Garden (a haste do equipamento é inserida no composto e o valor do PH aparece após 1 minuto e para umidade, a posição da agulha no visor indica o resultado). Os resultados foram comprovados com as análises realizadas em laboratório.

No final da compostagem, quatro sub amostras em cada leira foram coletadas, homogêneas e quarteadas, e uma amostra foi utilizada para determinar os parâmetros físicos: granulometria, densidade e umidade e químicos: pH, capacidade de troca catiônica [CTC], carbono orgânico, macro e microelementos (nitrogênio, potássio, fósforo, enxofre, cálcio, magnésio, ferro, cobre, manganês, boro e zinco) e metais pesados (cromo, cádmio e chumbo), além da relação C/N. A metodologia de coleta e análise utilizada na determinação das características do composto seguiu a recomendação oficial do Ministério da Agricultura, conforme art. 19 até o art. 23 da Instrução Normativa 53/2013 (onde se determina a amostragem e o preparo de amostras, tamanhos dos lotes, quarteação manual) e Instrução Normativa SDA/MAPA 28/2007 (aprova os métodos analíticos oficiais para fertilizantes orgânicos).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Monitoramento da compostagem

A leira 2 (SFLHR) apresentou os maiores valores de temperatura e pH durante o monitoramento diário, com uma média de 56°C e 7,3 respectivamente. Essas médias foram consideradas 19% e 16% maior que a média da leira 1 (FLHSR). A maior temperatura pode estar relacionada com vários fatores.

No caso do estudo em questão percebe-se que a leira 1, por se manter mais úmida e sofrer ocorrência de compactação sofreu uma queda da temperatura, inclusive pelos revolvimentos feitos periodicamente para controle da umidade.

A elevação da temperatura era esperada porque no método aeróbio, a massa se aquece por efeito do metabolismo exotérmico dos microrganismos, alcançando uma faixa de temperatura considerada mesófila (25 a 40° C); prosseguindo o avanço da temperatura ela entra na fase termófila (acima de 50° C) (Kiehl, 1985). A prática demonstrou que se pode estabelecer uma relação aproximada entre temperatura do processo de compostagem e o grau de decomposição, quando tudo correr normalmente, isto é, a temperatura não baixar por falta de água ou por encharcamento.

O maior pH na leira com SFLHR também é um indicativo que o nitrogênio da leira 2 já estava na forma de nitrato, pois as perdas de amônia aumentam quando a reação do composto entra na zona de alcalinidade, principalmente quando o pH alcança valores acima de 8,0. Durante a compostagem, em condições normais, mesmo partindo de matéria-prima ácida, pela decomposição biológica o pH se elevará até alcançar a alcalinidade sem grandes perdas de nitrogênio (Kiehl, 1985).

Estudos realizados por Kiehl (1985) comprovaram que a reação inicial alcalina, obtida pela adição de calcário acelera a velocidade da decomposição de resíduos orgânicos, entretanto perde importância para a maior perda de nitrogênio que essa aplicação pode causar, favorecendo a volatilização da amônia que vai se formando durante o processo.

Em geral, em ambas as misturas nos primeiros dias de compostagem o composto tornou-se mais ácido, devido a formação de pequenas quantidades de ácidos minerais, que logo dão lugar aos ácidos orgânicos. Os resultados de pH acima de 7,6 indicam que o composto sofreu total bioestabilização, podendo ser utilizado sem receio junto a sementes e mudas.

Interessantemente, a maior umidade na leira com FLHSR pode ter ocorrido por causa da menor quantidade de material seco (serragem), que necessitou de um tempo maior para perder umidade, mesmo com repetidos revolvimentos. A leira sofreu compactação, ocorrendo anaerobiose (provocando putrefação e exalando mal cheiro).

A presença de água é imprescindível para as necessidades fisiológicas dos organismos, os quais não vivem na ausência da umidade. No entanto, devido às necessidades de água e ar ao mesmo tempo, saturando-se uma massa orgânica, todos os espaços vazios serão tomados pela água, não restando lugar para o ar. Estudos demonstraram que a matéria orgânica a ser compostada deve ter uma umidade ótima em torno de 50%, sendo os limites máximo e mínimo desejáveis, iguais a 60% e 40% respectivamente.

Características químicas e físicas da compostagem

A leira com SFLHR apresentou uma relação C/N 25% maior que FLHSR, e também as maiores quantidade de macronutrientes como carbono, nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, respectivamente 40; 27; 50; 13; e 10 %. Como esperado a CTC e o pH foram maiores na leira com SFLHR. Enquanto, o enxofre apresentou maior disponibilidade na leira com FLHSR (Tabela 4). A maior disponibilidade de carbono no SFLHR explica a maior relação C/N do composto que apresentou uma média 10. Esse resultado indica que o composto se estabilizou na forma húmica.

Tabela 4. Características físicas e químicas das leiras FLHSR (Frigorífico, Laticínio, Hortifrúti, Fábrica Ração, Serragem) e SFLHR (Serragem, Frigorífico, Laticínio, Hortifrúti, Fábrica Ração).

	FLHSR	SFLHR
Umidade (%)	34,7	26,0
Granulometria	< 6 mm	< 6 mm
Densidade (kg L ⁻¹)	0,86	0,81
pH	7,50	8,20
CTC (mmol _c Kg ⁻¹)	204,00	290,00
Carbono (C; %)	9,20	15,20
Nitrogênio (N; %)	1,10	1,50
C/N	8,00	10,00
Fósforo (%; P ₂ O ₅)	0,70	0,70
Potássio (%; K ₂ O)	0,10	0,20
Cálcio (g Kg ⁻¹)	0,13	0,15
Magnésio (g Kg ⁻¹)	0,20	0,22
Enxofre (g Kg ⁻¹)	0,20	0,19
Ferro (%)	2,96	2,62
Cobre (mg Kg ⁻¹)	22,00	19,00
Manganês (mg Kg ⁻¹)	237,00	251,00
Boro (mg Kg ⁻¹)	87,00	82,00
Zinco (mg Kg ⁻¹)	51,00	53,00
Cromo (mg Kg ⁻¹)	10,00	9,00
Cádmio (mg Kg ⁻¹)	-	-
Chumbo (mg Kg ⁻¹)	7,00	7,00

CTC= capacidade de troca catiônica; pH: potencial hidrogeniônico

Estudos realizados por Kiehl (1985) mostraram que quando a relação C/N do material a ser compostado for excessivamente baixa, os organismos utilizam todo carbono disponível e eliminam o excesso de nitrogênio na forma amoniacal, enquanto a relação muito alta torna o processo de compostagem muito longo.

A melhora da relação C/N da leira 2 em relação a leira 1 deve-se a maior contribuição da serragem na mistura do composto. A serragem tem a sua composição formada por 93,45% de matéria orgânica, 52% de carbono e 0,06% de nitrogênio, ou seja, material rico em carbono e pobre em nitrogênio, tendo como característica não entrar facilmente em fermentação espontânea, mesmo quando amontoada ou irrigada.

Estudos realizados por Kiehl (1985) mostram que a utilização da serragem na compostagem deve ser feita juntamente com meios de fermentação ou inoculantes, responsáveis pela multiplicação e disseminação dos microrganismos por toda a pilha do composto, fornecendo-se uma boa relação C/N.

Na disponibilidade de micronutrientes, a leira com SFLHR apresentou uma maior disponibilidade de manganês e zinco com acréscimos 5 e 4 % em relação a FLHSR. Enquanto, isso as maiores concentrações de boro e cromo foram observadas na FLHSR (Tabela 4). As disponibilidades dos micronutrientes foram consideradas abaixo do nível tóxico de acordo com a legislação para metais pesados do Ministério da Agricultura, no anexo V da Instrução Normativa DAS 27/2006. Para fertilizantes orgânicos, os limites máximos para cádmio, chumbo e cromo são, respectivamente 3 mg/Kg, 150 mg/kg e 200 mg/kg. A disponibilidade de Ferro, Cobre, Manganês, Boro, Zinco devem ser de acordo com o declarado no registro do fertilizante.

Geralmente, quando o material vegetal ou animal é compostado, a granulometria ou dimensão das partículas é uma característica importante a ser considerada pois afeta o bom andamento da compostagem. A intensidade da decomposição está ligada à área de exposição apresentada pelo material. Teoricamente, quanto menor a partícula, maior sua superfície de exposição e mais rápida será sua decomposição. Estudos de Kiehl (1985) demonstram que as dimensões das partículas a serem compostadas devem estar distribuídas entre os limites de 1 a 5 centímetros, tendo os cuidados para não haver compactação.

A legislação brasileira classifica o composto de granulometria mais grosseira como farelado grosso. De acordo com a Instrução Normativa SDA/MAPA 25/2009, para a natureza física farelado grosso, 100% das partículas devem passar em peneira de 4,8 cm. Ambas as leiras tiveram suas granulometrias 100% passante em peneira 6 mm

Interessantemente, o conteúdo de fósforo foi similar entre as leiras com uma média de 0,7 % P_2O_5 . As leiras também apresentaram uma quantidade similar na disponibilidade de chumbo ($7,0 \text{ mg Kg}^{-1}$), Tabela 4. O conteúdo de fósforo é um dos parâmetros que podem ser utilizados para determinar a dose da compostagem aplicada nos solos. Assim como o nitrogênio, o fósforo contido na matéria orgânica também precisa passar pelo processo de decomposição para se tornar disponível às plantas. Estudos demonstraram que a matéria orgânica protege o fósforo mineral solúvel, evitando que entre em contato com o ferro, alumínio e manganês do solo, com os quais formaria fosfatos insolúveis.

Fórmulas com altos teores de fósforo quando aplicadas no solo colocam à disposição das plantas quantidades tão elevadas de nutrientes que as raízes não têm condições ou tempo para absorvê-las: é que as plantas necessitam de pequenas quantidades, mas em contínuas doses. Havendo húmus suficiente no

solo, o fósforo poderá manter-se disponível por longos períodos, porém na falta de matéria orgânica, dentro de pouco tempo estará insolubilizado.

CONCLUSÃO

A leira compostada com a mistura de 32; 10; 4; 4; 50% de serragem, frigorífico, laticínio, hortifrúti, fábrica ração, respectivamente, apresentou durante a compostagem as maiores médias de temperatura e pH devido a maior proporção de material com menor relação C/N que indica a maior disponibilidade de nitrogênio.

No composto derivado desta leira compostada também verificou as maiores quantidade de macronutrientes como carbono, nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, respectivamente 40; 27; 50; 13; e 10 %. Portanto, a mistura testada de resíduos pode ser uma viável alternativa para fonte de nutrientes para as plantas.

A implantação de um pátio de compostagem é viável para aceleração do processo de estabilização da matéria orgânica e contribuindo diretamente com a redução de passivos ambientais e esgotamento dos aterros, e tornando os resíduos uma fonte de nutrientes para as plantas após a compostagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. 2017. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf>. Acesso em: 02/06/2020

A.M.M. 2014. **Caracterização econômica das regiões de planejamento**. Disponível em: <<https://portalamm.org.br/caracterizacao-economica-das-regioes-de-planejamento/>>. Acesso em: 02/06/2020

Campanhola, C.; Valarini, P.J. 2001. **A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor**. Cadernos de Ciência & Tecnologia,18(3):69-101.

Circular Técnica Embrapa – **Avaliação da Viabilidade do Uso de Resíduos na Agricultura**. Disponível em: <https://www.cnpma.embrapa.br/download/circular_19.pdf> Acesso em 31/08/2020

Costa, E. M. 2013. **Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas**. Disponível em: <<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/materia%20organica.pdf>>. Acesso em: 19/02/2020

Diniz Filho, E.T. et al. 2007. **A prática da compostagem no manejo sustentável de solos**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 2(2):27-36.

Ehlers, E. 1996. **Agricultura Sustentável: origem e perspectiva de um novo paradigma**. Livros da Terra, São Paulo, SP, Brasil.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [EMBRAPA]. 2014. **Adubação Orgânica**. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_48_168200511159.html>. Acesso em: 31/05/2020

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais [EPAMIG]. 2010. **Diagnóstico da cafeicultura mineira**, 2010. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/seriedocumentos/sd_diagnostico_cafeicultura_mineira.pdf>. Acesso em: 31/05/2020

Factory, M.A. **Eficiência da cama de frango como adubo**. Disponível em: <http://www.unoeste.br/Noticias/2018/10/estudo-avalia-eficiencia-da-cama-de-frango-como-adubo->

Foresti, A.C. 2016. **Produtividade de pimentão sob doses crescentes de cama de frango em sistema orgânico de produção**. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/21469>>. Acesso em: 19/02/2020

Freitas, J.C. 2002. **Agricultura Sustentável: Uma análise comparativa dos fatores de produção entre Agricultura Orgânica e Agricultura Convencional**.

Kiehl, E.J. 1985. **Fertilizantes Orgânicos**. Ed. Agronômica Ceres.

Leite, L.F.C. et al. 2003. **Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sobre floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 27:821-832.

Ministério do Meio Ambiente. 2017. **Gestão de resíduos orgânicos**. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos.html>>. Acesso em: 21/09/2019

Nunes, M.U.C. 2009. Compostagem de Resíduos para Produção de Adubo Orgânico na Pequena Propriedade. Circular Técnica da Embrapa, (59).

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.17, n.1, p.54–59, 2013 – **Temperatura de degradação de resíduos em processos de compostagem e qualidade microbiológica do composto final**. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n1/v17n01a08.pdf>>. Acesso em: 31/08/2020.

Silva, A. de A. 2015. **Fertilização com dejetos suínos**. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/eagri/v35n2/1809-4430-eagri-35-2-0254.pdf>>. Acesso em: 02/06/2020.

Souza, J. L. de; Rezende, P. L. 2006. **Manual de Horticultura Orgânica**. 2ed. Aprenda Fácil. Viçosa, MG, Brasil.

Valente, B.S. et al. 2009. **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos**. Arch.Zootec., 58:59-85.