

SISTEMA DE COMPOSTAGEM E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ADUBO NA PRODUÇÃO DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.)

Adriana Aleixo da PAZ¹
Bruna Letícia Veríssimo NUNES¹
Carolinne de Souza BARBOSA¹
Nágila Barbosa de FREITAS^{1*}
Ana Carla STIEVEN²

RESUMO

Os resíduos orgânicos correspondem atualmente, no Brasil, por 60% do total de resíduos orgânicos gerados. Diante disso, a compostagem surge como uma alternativa para o tratamento e possível reuso dessa fração de resíduo. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi realizar a coleta de resíduos sólidos gerados por uma escola, implantar um sistema de compostagem e verificar os benefícios da utilização do composto orgânico produzido e aplicado ao cultivo de hortaliça. Para tanto foi feito a coleta e classificação dos resíduos sólidos gerados durante 45 dias; em seguida foi realizado o método de compostagem, sendo mantido por 120 dias, logo procedeu-se a análise do composto e tratamento com cinco diferentes porcentagens de solo+composto e, então, cultivada a hortaliça durante 54 dias após a emergência, onde avaliou-se: número de folhas, comprimento das folhas, comprimento raiz e peso fresco parte aérea. O resultado do composto orgânico obtido através do processo de compostagem apresentou coloração escura, com partículas desprendidas e odor de terra e suas análises mostraram considerável teor de N-P-K (12-7-10). Com relação à produção de hortaliça, o maior valor das variáveis avaliadas foi obtido na maior dose, com 100% de composto, no qual apresentou o maior índice de massa fresca e altura da parte aérea, ocorrendo resultados inversos para o tratamento com 0% de composto. Sendo assim, conclui-se que o composto orgânico proveniente de resíduos escolares gera adubo com considerável concentração de nutrientes, contribuiu de forma positiva para o desenvolvimento da cultivar alface, obtendo resultados satisfatórios em relação ao aumento das porcentagens de composto.

Palavras-chave: Composto, Cultivo de hortaliças, Resíduos orgânicos.

ABSTRACT

Organic waste currently accounts for 60% of the total organic waste generated in Brazil. Therefore, composting appears as an alternative for the treatment and possible reuse of this residue fraction. In this context, the objective of this work was to collect solid waste generated by a school, implement a composting system and verify the benefits of using the organic compound produced and applied to the cultivation of vegetables. For this purpose, the solid waste generated during 45 days was collected and classified; Then the composting method was carried out, being maintained for 120 days, then the compound and treatment were analyzed with five different percentages of soil + compost and then the vegetable was cultivated for 54 days after emergence, Leaf length, leaf length, root length and fresh shoot weight. The results of the organic compost obtained by the composting process presented dark coloration, with detached particles and soil odor and their analyzes showed a significant content of N-P-K (12-7-10). Regarding the production of vegetables, the highest value of the evaluated variables was obtained in

¹ Graduandas do Curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Várzea Grande – Univag; * nagifreitas@gmail.com

² Professora orientadora do Curso de Engenharia Ambiental - Univag

the highest dose, with 100% compound, in which it presented the highest fresh mass index and shoot height, with reverse results for the 0% compound treatment . Therefore, it is concluded that the organic compound from school waste generates fertilizer with considerable concentration of nutrients, contributed positively to the development of lettuce, obtaining satisfactory results in relation to the increase of compost percentages.

Key-words: Compound, Growing of vegetables, Organic wastes.

INTRODUÇÃO

É crescente a preocupação de alguns setores da sociedade em relação aos problemas ocasionados pela intensa produção de resíduos. Tal produção torna-se um problema cada vez mais grave à medida que aumenta a densidade populacional urbana, acompanhada por falta de políticas públicas adequadas para lidar com essa questão (MAHMOUD et al., 2007).

Para Soares (2004), a realidade brasileira quanto à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, ainda, concentra-se na destinação final e não no tratamento prévio.

O ambiente escolar é uma grande fonte produtora de resíduos sólidos, onde parte da matéria orgânica produzida é desperdiçada e o seu destino, muitas vezes, é a coleta convencional de lixo sendo dispostas em “lixões” ou aterros sanitários (MOURA; SOCAL, 2001).

A importância da caracterização dos resíduos sólidos se insere na necessidade de conhecer a quantidade de lixo produzida na unidade de ensino, seu acondicionamento e destino, para posteriormente buscar alternativas viáveis (CABRAL; SILVA; LEITE, 2002).

Segundo a Associação Brasileira de Integração e Desenvolvimento Sustentável (ABIDES-MT, 2016) o Brasil produz 241.614 toneladas de lixo por dia, onde 76% são depositados a céu aberto, em lixões, 13% são depositados em aterros controlados, 10% em usina de reciclagem e 0,1% são incinerados. Os aterros sanitários que já se encontram estabelecidos e apresentam condições adequadas de disposição final não suportam mais a carga de resíduos, exigindo uma rápida solução para esse problema, que só tende a aumentar. Do total do lixo urbano, 60% são formados por resíduos orgânicos que podem se transformar em excelentes fontes de nutrientes para as plantas.

Neste sentido, uma das alternativas mais antigas e difundidas para o tratamento de resíduos sólidos orgânicos é a compostagem. Este manejo é apresentado por muitos como a maneira mais eficaz para a reciclagem da matéria orgânica (SALOMÃO, 2009).

Kiehl (1979) define a compostagem como sendo um processo de transformação de resíduos orgânicos em adubo humificado. O composto ou adubo orgânico é a denominação dada ao produto desta prática.

O processo da compostagem é considerado como uma técnica milenar, que vem ganhando espaço nas últimas décadas, pois possui um conjunto de características e propriedades que as diferenciam das práticas convencionais de produção. A mesma possui inúmeros benefícios, sendo eles: o fornecimento de nutrientes tanto para o solo quanto para as plantas, e aplicação da matéria orgânica para melhorar as características e propriedades físicas e biológicas do solo (KIEHL, 1985).

Em razão disso, a produção de hortaliças em sistema orgânico é uma atividade em crescimento no mundo, em decorrência da necessidade de se proteger a saúde dos produtores e consumidores e de preservar o ambiente, dentre outras (SEDIYAMA et al., 2014).

Portanto, eliminar, reduzir, ou mitigar a deposição do “lixo orgânico”, e ainda mais, transformar este lixo em adubo é um importante passo rumo à sustentabilidade do país e do planeta (ABIDES-MT, 2016).

Com base no acima exposto, o objetivo desse trabalho foi realizar a coleta de resíduos orgânicos gerados por uma escola, implantar um sistema de compostagem e verificar os benefícios da utilização do composto orgânico produzido aplicado ao cultivo de alface (*Lactuca sativa* L.)

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Os materiais para compostagem foram proveniente de resíduos da Escola Estadual Deputado Emanuel Pinheiro de Ensino Fundamental e Médio, localizada no bairro Cristo Rei, município de Várzea Grande, MT. A escola atende em torno de 340 alunos, desde jovens a adultos. As atividades são realizadas em tempo integral, das 07:00h as 22:00h, com diversas oficinas pedagógicas. Deste modo, a escola serve três refeições diárias aos seus alunos, sendo servida uma refeição apenas para cada período.

Obtenção de Resíduos Sólidos Orgânicos

Os resíduos sólidos orgânicos utilizados foram originados nas sobras de refeições e no serviço de varrição da escola. Foi fornecido lixeiras seletivas para o

acondicionamento dos resíduos secos, úmidos e inorgânicos onde foram separados de acordo com a origem dos resíduos respectivamente da seguinte forma: a) originados nas atividades de cozinha e alimentação, b) originados em serviços de varrição e limpeza em geral e c) originados em salas de aula, secretaria e cozinha.

Os resíduos de limpeza – varrição foram utilizados no processo de compostagem como matéria seca (adição de carbono), sendo misturados na proporção de uma parte para cada duas de outros resíduos orgânicos.

Caracterização do resíduo

A preparação das refeições é a principal fonte de resíduos orgânicos. Constituído por cascas de alimentos como batata, cenoura, cebola, repolho, tomate, ovo, alho, talos de verduras, borra de café e sobra das refeições. Importante destacar que não foi descartado nenhum tipo de resíduo proveniente de processos de frituras.

Além disso, foi realizado o diagnóstico dos resíduos secos, verdes e úmidos utilizando a ferramenta 5W2H, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Diagnóstico dos resíduos secos, verdes e úmidos gerados na Escola Estadual Deputado Emanuel Pinheiro, Várzea Grande, MT utilizando a ferramenta 5W2H.

LOCAL DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS	TIPOS DE RESÍDUOS	O QUE FOI FEITO?	POR QUE FOI FEITO?	ONDE FOI REALIZADO?	QUEM REALIZOU AS TAREFAS?	QUANDO FOI REALIZADO?	COMO FOI REALIZADO?
------------------------------	-------------------	------------------	--------------------	---------------------	---------------------------	-----------------------	---------------------

Composição gravimétrica de resíduos orgânicos e geração *per capita*

A caracterização dos resíduos por meio da composição gravimétrica aconteceu com auxílio de uma balança de cozinha, considerando a massa total de resíduos recolhidos em 45 dias consecutivos.

Após a pesagem dos resíduos coletados nos quarenta e cinco dias, dividiu-se o valor por 45, para que se obtivesse uma média diária e assim proceder com o cálculo, a partir da equação de estimativa de geração *per capita* proposta por ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (2008).

Equação 1: Geração per capita

$$q = \frac{\text{peso}}{\text{população}}$$

Onde,

q: *per capita*;

peso: média diária dos resíduos;

população: número de indivíduos.

Composteira

A composteira foi confeccionada em uma residência situada no bairro Ponte Nova, localizada no município de Várzea Grande – MT.

O método utilizado para projetar a composteira foi adaptado ao método proposto por Howard (2007). Foi utilizada uma caixa contendo uma dimensão de 1,00 x 1,00 x 1,00 m, construída com paletes de madeira, mantida fechada durante todo tempo, até o dia do revolvimento.

Por se tratar de uma pequena fração de resíduo orgânico, o método utilizado neste trabalho foi o natural, que consiste em dispor os resíduos em leiras, com reviras periódicas para que haja a convecção do ar na massa do composto, acrescida de umidificação até o término do processo. Este método também é conhecido como método das leiras revolvidas Windrow (MMA, 2010).

Controle de fatores abióticos do processo de compostagem

Durante a implantação da compostagem, foram controlados fatores que afetam o processo da compostagem, sendo eles: temperatura, aeração e umidade de acordo com NUNES (2009).

- **Temperatura**

A temperatura foi monitorada, em intervalo de três dias, a partir do quinto dia da montagem da leira. Esse monitoramento foi feito utilizando um vergalhão de ferro. O vergalhão foi introduzido na leira à profundidade de 60 cm, onde permaneceu por 5 minutos. A temperatura foi verificada tocando-se com a palma da mão à parte da barra de ferro que foi introduzida.

Foi assumido que se a temperatura estivesse tolerável, ou seja, o contato com a mão fosse suportável indicava que o processo estava ocorrendo normalmente.

- **Aeração**

Para fazer o reviramento da composteira, foi utilizada uma enxada para revirar os resíduos. O primeiro reviramento foi feito 20 dias após a montagem da compostagem, os demais foram feitos a cada 20 dias.

- **Umidade**

O monitoramento foi feito pelo teste da mão. Este teste consiste em pegar com a mão um pouco de material do interior da leira e comprimi-lo com bastante força. O ponto ideal da umidade é quando a água começa a verter entre os dedos, sem escorrer.

Avaliação do composto

O tempo de maturação ocorreu durante o período de 120 dias, em seguida foi feito o peneiramento para a retirada de partículas maiores e, logo após, foi coletado 1 amostra de 250 g do composto que foi levado ao laboratório de análises de solo para que fosse feita as análises e subseqüentemente utiliza-lo como adubo para a produção de hortaliças.

Foram feitas as análises de N, P, K (Nitrogênio, Fósforo e Potássio), em laboratório terceirizado, segundo metodologia de Embrapa (1997).

Avaliação do solo

O solo utilizado no experimento foi identificado como Latossolo distrófico amarelo (SEPLAN, 2007), sendo coletado na camada do horizonte A. E também foram feitas as análises de N, P, K (Nitrogênio, Fósforo e Potássio), em laboratório terceirizado, segundo metodologia de Embrapa (1997).

Avaliação do crescimento de hortaliça

- **Caracterização da área experimental do plantio de muda**

O experimento foi realizado em uma residência situada na Rua João Vicente de Barros, nº 365 do bairro Ponte Nova, localizada no município de Várzea Grande – MT. O mesmo foi conduzido durante um período de 3 meses, março a maio de 2017.

- Escolha da hortaliça

Foi escolhida uma espécie de hortaliça com crescimento rápido e melhor desenvolvimento para a obtenção dos resultados: a cultivar de alface (*Lactuca Sativa* L.) Mônica SF 31, que apresenta folhas verdes médio, macias e crespas.

- Delineamento e montagem experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC). Para avaliação da eficiência do composto produzido no crescimento da alface, esta foi cultivada em microcosmos com capacidade para 840g de material para cultivo (solo+composto). Foram feitos 5 tratamentos, conforme Tabela 2. Cada tratamento foi cultivado em três repetições, totalizando assim 15 microcosmos.

Tabela 2. Tratamentos com diferentes quantidades de composto.

Composição do microcosmo	Tratamentos				
	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4	Tratamento 5
Solo	100%	75%	50%	25%	0%
Composto	0%	25%	50%	75%	100%

- Semeadura e Plantio

A hortaliça foi plantada em sementes, sendo disposta em microcosmos de garrafa pet suspensas sobre uma bancada a 1,5 m do solo e sombreadas a 50%.

A semeadura foi realizada no dia 18/03/2017. O método utilizado foi o método direto que segundo Clemente (2012) pode ser utilizado em pequenos espaços.

A semeadura foi feita em linhas. Esse método consiste em fazer pequenos sulcos no solo onde são lançadas as sementes das hortaliças, sendo necessário, apenas, cobrir os sulcos com terra (BORNE, 1999).

Foram feitos pequenos sulcos com profundidade de 1 cm e em seguida foram dispostas 10 sementes em cada microcosmo de alface crespa com espaçamento de 2 cm entre elas.

- Desbaste

Após 15 dias de emergência, quando as plântulas já possuíam 3 folhas foi feito o desbaste. Esse método consiste em tirar plantas que estão em excesso ou cuja semeadura

ficou muito densa, que apresentam defeitos ou, ainda, porque estão fracas (BORNE, 1999).

- Controle de pragas de forma natural

O controle realizado foi seguido de acordo com Mathias (2014), onde foi utilizado 50 gramas de fumo, 50 gramas de pimenta picante e 1 litro de álcool, logo a mistura descansou por um período de sete dias. Em seguida, foi adicionado ao preparo 250 gramas de sabão neutro em 10 litros de água, após filtrou-se o material.

O manejo foi feito, após o plantio, pois as plantas começaram a se desenvolver e tornam-se suscetíveis ao ataque de pragas e doenças, e devido a isso foi necessário ter um acompanhamento diário para evitar o ataque de larvas e lagartas nas hortaliças.

- Avaliação vegetal

Aos 54 dias após a semeadura (DAS), foi feita a coleta das mudas para avaliar o desenvolvimento. Estas foram lavadas em água corrente para eliminação do solo+composto e posteriormente avaliadas.

Para cada tratamento, foi feito a contagem do número de folhas (NF); determinou-se comprimento das folhas (CF) medindo-se do colo da planta até a extremidade das folhas com utilização de uma régua graduada; comprimento da raiz (CR) foi determinado medindo-se do colo da planta até a extremidade inferior da raiz com utilização de uma régua graduada, e peso fresco da parte aérea (PFPA) foi obtido através da separação das mudas em parte aérea e raízes com auxílio de uma tesoura de poda.

Os resultados de NF, CF, CR e PFPA foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e posteriormente ao teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do software ASSISTAT® (versão 7.7 beta) (SILVA, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do resíduo

Com a aplicação da ferramenta 5W2H (tabela 3) foi possível identificar os pontos geradores de resíduos, possibilitando o planejamento das diretrizes e estratégias para o plano de ação.

Tabela 3. Diagnóstico dos resíduos secos, verdes e úmidos gerados na Escola Estadual Deputado Emanuel Pinheiro, Várzea Grande, MT, utilizando a ferramenta 5W2H.

LOCAL DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS	TIPO DE RESÍDUO	O QUE FOI FEITO?	POR QUE FOI FEITO?	ONDE FOI REALIZADO?	QUEM REALIZOU AS TAREFAS?	QUANDO FOI REALIZADO?	COMO FOI REALIZADO?
REFEITÓRIO	Úmido e seco	Segregação e acondicionamento em lixeira seletiva	Manejo correto e reuso	Refeitório	Merendeiras	Dias de aula	Divisão entre orgânico e inorgânico
PÁTIO DA ESCOLA	Verde e Seco	Varrição, segregação e acondicionamento	Manejo correto e reuso	Pátio	Zelador	Dias de aula	Divisão entre orgânico e inorgânico
JARDIM	Verde	Varrição, manutenção, segregação e acondicionamento	Manejo correto e reuso	Áreas verdes	Zelador	Dias de aula	Divisão entre orgânico e inorgânico

Em relação ao refeitório, os alunos descartavam as sobras em lixeira seletiva e após as merendeiras recolhiam e posteriormente eram levados para composteira. Não havia desperdício de alimentos, indicativo de que os alunos e servidores produziam somente o necessário para consumo.

Quanto aos resíduos gerados no pátio da escola e jardim, de acordo com os servidores responsáveis pela limpeza, tanto as turmas da manhã, tarde e noite descartavam resíduos inorgânicos no local, mesmo havendo lixeiras específicas.

Percebe-se a essencialidade da elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos para a escola, articulando todos os atores envolvidos, estimulando-os a dar suas contribuições no processo de formulação de diretrizes que visem à correta destinação desses resíduos atrelada a práticas de educação ambiental (ADRIANO; MURATA, 2001).

Ainda sobre isso, os mesmos autores relatam que a falta de segregação dos resíduos e seu mau gerenciamento são as principais falhas na coleta seletiva, demonstrando que a comunidade escolar não contribui de maneira significativa com a segregação dos resíduos.

A partir da coleta dos resíduos observou-se que as principais fontes de resíduos são: casca de batata, cenoura, ovo e borra de café, gerados durante o preparo das refeições (Tabela 4).

Tabela 4. Caracterização dos resíduos orgânicos gerados na Escola Estadual Deputado Emanuel Pinheiro, Várzea Grande, MT.

DIA	ORIGEM	COMPOSIÇÃO
Segunda-Feira	Sobras das refeições	Rosca e bolo.
Terça-Feira	Sobras das refeições	Frango com arroz, feijão e salada de repolho com tomate.
Quarta-Feira	Sobras das refeições	Arroz, feijão, carne moída com batata e cenoura.
Quinta-Feira	Sobras das refeições	Arroz, feijão e frango com batata.
Sexta-Feira	Sobras das refeições	Macarrão com salsicha ou canjica.

Dos resíduos gerados, grande parte são orgânicos, constituídos principalmente por restos oriundos do preparo dos alimentos e sobra das refeições. Contém partes de alimentos *in natura*, como folhas, cascas e sementes, restos de alimentos industrializados entre outros.

O processo de caracterização dos resíduos sólidos traz diversos benefícios, uma vez que permite subsidiar o planejamento das atividades de gestão bem como avaliar o potencial de reutilização, reciclagem e recuperação dos resíduos sólidos gerados. Este processo, quando adotado como primeiro passo, viabiliza melhorias futuras nas ações de gerenciamento já adotadas (MOURA et al, 2012). E por meio da análise de composição gravimétrica, em que se identifica o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de resíduos analisados, é possível identificar os problemas e lacunas presentes nos sistemas de gestão.

Composição gravimétrica de resíduos orgânicos e geração *per capita*

A quantificação *per capita* de resíduos gerados dentro da escola por habitante/dia estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5. Geração *per capita* de resíduos úmidos na Escola Estadual Deputado Emanuel Pinheiro, Várzea Grande, MT.

Parâmetros	Quantidade
Alunos	340 alunos
Resíduo úmido total (45 dias)	139,2 kg
Média de resíduo úmido	3,093 kg/dia
Geração <i>per capita</i>	0,009 kg/dia/hab

Comparando os resultados encontrados nesse trabalho com os de Klippel (2015), o presente trabalho representa resultados *per capita* bem abaixo da geração estimada em sua pesquisa, com uma diferença de 85,82 % a menos por habitante/dia.

Carmo (2010) ressalta que o conhecimento da geração *per capita* é fundamental para o planejamento de todo sistema de gerenciamento do resíduo, principalmente no dimensionamento de instalações, equipamentos e veículos.

Composteira

Foi possível quantificar o volume diário de material seco e úmido, onde foi feita uma média da quantidade de resíduo gerado por semana, conforme Quaresma (1998) (tabela 6).

Tabela 6. Quantificação do volume diário de material seco e úmido gerados na Escola Estadual Deputado Emanuel Pinheiro, Várzea Grande, MT e cálculo semanal.

Componente	Quantidade total (kg/dia)	Volume total do resíduo (m³)
Material seco	0,358	0,0004475
Material úmido	3,246	0,004
TOTAL	3,604	0,0044475

A partir do volume de resíduo total, sabe-se que o tipo de compostagem mais indicado para as escolas é a compostagem doméstica. Este modelo é indicado quando o processo é feito em pequena escala, dentro de recipientes pequenos (compositores) e não exige grande quantidade de resíduos orgânicos (MIRANDA et al., 2014).

Esta prática promove a valorização dos resíduos como matéria prima, além de proporcionar vários benefícios, destacando-se a redução dos gastos com a coleta, redução dos investimentos em materiais de infraestrutura e energéticos para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos domésticos, utilização do composto no solo, substituindo os fertilizantes sintetizados (COLÓN et al., 2010; GUIDONI et al., 2013).

A compostagem doméstica pode ser entendida com uma alternativa descentralizada de média ou pequena escala, reduzindo a quantidade de resíduos no local onde foi gerado, diminuindo a quantidade de resíduos coletados, proporcionando a redução nos custos com transportes, além de utilizar tecnologias de baixo custo (MASSUKADO, 2008).

Controle de fatores abióticos

Durante o tempo de compostagem não foi verificada a ocorrência de mau cheiro ou a presença de vetores, o que consiste em um bom indicativo de que o processo se deu sob condições adequadas de temperatura, aeração e umidade. Segundo Teixeira (2004), o processo de compostagem em ambiente aeróbio evita o mau cheiro e a proliferação de moscas.

Quando há disponibilidade de oxigênio livre predominam micro-organismos aeróbios, sendo os agentes mais destacados os fungos, bactérias e actinomicetos. Na ausência de oxigenação tem o inconveniente da liberação de mau cheiro, devido a não liberação completa do nitrogênio aminado como amônia, com a consequente formação de aminas incompletas, mau cheirosas, as quais devem ser oxidadas para perder esta característica (PEIXOTO, 1981).

Com relação ao controle de temperatura, a variável foi ferida através do tato, de acordo com o estabelecido no Manual de Compostagem de Kiehl (1998), que apresenta faixas de temperatura ótimas para o desenvolvimento de diferentes grupos de bactérias (Tabela 7).

Tabela 7: Temperaturas em Graus Celsius (°C) consideradas ótimas e máximas para o desenvolvimento das bactérias.

Bactéria	Mínima (°C)	Ótima (°C)	Máxima (°C)
Mesófila	15 a 25	25 a 40	43
Termófila	25 a 45	50 a 55	85
Maturação	20 a 35	35 a 40	45

Fonte: Manual da compostagem, Kiehl, 1998.

Na primeira semana, na fase mesófila, foi possível perceber que a leira alcançou temperaturas moderadas ao tato, tendo uma duração média de quinze a vinte dias. Já na fase termófila o material atingiu uma temperatura elevada onde o composto foi degradado mais rapidamente, ocorrendo por um período de aproximadamente 15 dias. Segundo Oliveira (2008) esta fase pode ter a duração de poucos dias a vários meses, de acordo com as características do material sendo compostado.

Decorrido os 120 dias desde o início da introdução dos resíduos orgânicos na composteira, verificou-se que a temperatura da massa orgânica sob compostagem havia se estabilizado para temperatura ambiente, indicativo de que o composto estava curado.

Pois, segundo Teixeira et al., (2004) na fase de maturação ou cura a temperatura oscila entre 35°C e 45°C.

De acordo com Kiehl (1998), no processo de compostagem, a atividade microbiológica atinge alta intensidade, provocando a elevação da temperatura no interior das leiras, chegando a valores de até 65°C, ou mesmo superiores, em decorrência da geração de calor pelo metabolismo microbiológico de oxidação da matéria orgânica que é exotérmico.

Durante o processo de compostagem, nos movimentos de aeração, verificou-se a ocorrência de uma grande diversidade de pequenos artrópodes no interior da leira. Tal fato, no entanto, foi considerado normal, uma vez que, além dos micro-organismos, outros organismos como algas, protozoários, nematóides e artrópodes também participam da degradação da matéria durante a compostagem (ATAÍDE et al. 2007).

O processo de aeração ocorreu de forma controlada, onde proporcionou uma distribuição adequada de oxigênio em toda massa a ser compostada. Segundo EMARP (2005) o arejamento dos resíduos orgânicos em compostagem é necessário para fornecer oxigênio aos micro-organismos (aeróbios) que fazem a decomposição da matéria orgânica e para a oxidação das moléculas orgânicas que constituem os resíduos. Se o nível de oxigênio for insuficiente, vão dominar os micro-organismos que vivem na ausência de oxigênio (anaeróbios) e, conseqüentemente, a decomposição será mais lenta, resultando na formação de mau cheiro e na atração de vetores, como moscas.

O monitoramento da umidade foi realizado semanalmente através do teste de mão, o material em compostagem foi mantido dentro dos padrões, sendo necessário molhar a massa uma vez que foi verificada a falta de umidade. No entanto não houve geração de odores, percolados e atração de vetores.

De acordo com Merckel, (1981) a faixa de umidade ótima para se obter um máximo de decomposição está entre 40 a 60%, principalmente durante a fase inicial, pois é necessário que exista um adequado suprimento de água para promover o crescimento dos organismos biológicos envolvidos no processo e para que as reações bioquímicas ocorram adequadamente durante a compostagem.

Porém, a umidade em demasia é prejudicial, pois água em excesso ocupa os espaços existentes entre as partículas orgânicas, dificultando a circulação de ar (EMARP, 2005).

Avaliação do solo e composto

As análises mostraram que o solo não possuía teor de N (nitrogênio) detectável, e baixos valores de Fósforo (P) e Potássio (K) (Tabela 8).

Tabela 8. Teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) no solo e composto utilizados no desenvolvimento da hortaliça alface (*Lactuca sativa* L.)

Amostra	Macronutrientes (g/Kg)		
	N (Total)	P ₂ O ₅ (Total)	K ₂ O (Total)
Solo	0,0	2,5	0,5
Composto	12,0	7,1	9,8

O N é o nutriente mineral mais exigido pelas plantas, sendo essenciais no desenvolvimento de grande parte das hortaliças, superado apenas pelo K. O solo é o meio pelo qual a planta, através da absorção radicular, obtém os elementos minerais essenciais. Quando o meio não tem ou não fornece as quantidades adequadas dos nutrientes, o que tem sido avaliado pela análise química do solo, as plantas não terão as suas exigências nutricionais atendidas. Haverá, portanto, redução do crescimento e da produção das culturas devido à deficiência nutricional (FAQUIN, 2004).

Segundo Silva (1999) as faixas de teores adequados de macronutrientes para a hortaliça alface é de 30-50 g kg⁻¹ de N, 4-7 g kg⁻¹ de P e 50-80 g kg⁻¹ de K.

As análises químicas do composto permitiram constatar que seus teores de N-P-K (Tabela 8) estavam dentro dos limites estabelecidos pela CQFS RS/SC (2004), onde os macronutrientes devem possuir concentrações médias de N-P-K, valores em torno de 1,2 g kg⁻¹, 0,6 g kg⁻¹ e 0,4 g kg⁻¹.

Tal resultado indica que o composto de resíduos sólidos orgânicos domiciliares, oriundo da compostagem doméstica, além de constituir-se em importante fonte de matéria orgânica, contém também nutrientes essenciais para as plantas, os quais podem se tornar disponíveis para as mesmas quando de sua adição ao solo (WANGEN e FREITAS 2010).

Desempenho da hortaliça

A alface (*Lactuca sativa* L) apresentou comportamento diferenciado nas variáveis avaliadas em relação às diferentes porcentagens solo+composto utilizadas. Verificou-se

que houve diferença entre os tratamentos, considerando as sete variáveis em estudo (Tabela 9).

Tabela 9. Avaliação do desenvolvimento da hortalíça (*Lactuca sativa* L.), utilizando como substrato diferentes porcentagens de composto.

Tratamentos* (Solo + Composto)	Número de folhas	Comprimento das folhas	Comprimento raiz	Peso fresco parte aérea
	-	(cm)	(cm)	(g)
T1 - 100% S + 0% C	4,11 a	19,16 a	3,58 c	2,81 b
T2 - 75% S + 25% C	5,11 a	18,57 a	7,21 bc	3,42 ab
T3 - 50% S + 50% C	4,88 a	23,11 a	7,02 bc	7,40 ab
T4 - 25% S + 75% C	5,88 a	26,36 a	9,92 ab	13,84 ab
T5 - 0% S + 100% C	6,00 a	23,70 a	12,63 a	13,97 a
CV%	15,79	14,38	18,23	49,58

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Para as variáveis: número de folhas e comprimento das folhas não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Na análise de crescimento a variável altura da planta é de fundamental importância, pois reflete a resposta da planta às condições ambientais, o que possibilita a obtenção de maiores alturas em menor tempo, estando essas condições condizentes com as necessidades da cultura para tal desenvolvimento (SANTOS et al., 2012).

Segundo Minami (1995), no contexto de produção de mudas, o substrato é um dos componentes mais complicados e sensíveis, pois qualquer variação na sua composição pode implicar na nulidade ou irregularidade de germinação, na má formação das plantas e no aparecimento de sintomas de deficiências ou excessos de alguns nutrientes.

Nas variáveis comprimento da raiz e peso fresco da parte aérea houve diferença significativa, onde o uso do composto orgânico em T5-100% destacou-se quando comparado com os outros tratamentos.

Em relação ao comprimento da raiz, o T5 apresentou 12,63 cm de comprimento e se mostrou com maiores resultados, seguido do T4, 9,92 cm, T3, 7,02 cm e T2, 7,21cm, resultados estes que foram melhores em relação ao T1 que apresentou 3,58cm de comprimento de raiz, os mesmos se diferenciaram estatisticamente entre si. Resultados semelhantes foram obtidos por Yuri et al. (2004) que, utilizando diferentes doses de composto orgânico, obteve valores superiores na produção da cultivar alface. Assim como Vidigal et al. (1995) relatam que a aplicação de adubos orgânicos proporciona aumentos significativos na produtividade de alface.

O uso de composto orgânico permite melhora na fertilidade, além de ser excelente condicionador de solo, melhorando suas características físicas, químicas e biológicas, como retenção de água, agregação, porosidade, aumento na capacidade de troca de cátions, aumento da fertilidade e aumento da vida microbiana do solo, entretanto o valor fertilizante do composto depende do material utilizado como matéria prima (MIYASAKA et al., 1997).

Ao analisar o peso fresco da parte aérea, observou-se que o T5 com 13,97g, se destacou em relação aos demais. Os resultados obtidos indicam viabilidade na produção de mudas de alface utilizando o tratamento 100% de composto orgânico. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Medeiros et al. (2001), trabalhando com alface constatou superioridade dos substratos orgânicos alternativos, constituídos de resíduos vegetais. Paralelamente o aumento nos teores dos macronutrientes do material orgânico ajusta-se melhor às necessidades da alface do que o fornecimento de formulações solúveis prontamente disponíveis, conforme relatado por Smith e Hadley (1988).

CONCLUSÃO

A partir da caracterização gravimétrica e geração *per capita* constatou-se baixo volume de resíduos orgânicos gerados na Escola Estadual Deputado Emanuel Pinheiro, Várzea Grande, MT, revelando que todos os itens do cardápio oferecidos são bem aceitos pelos alunos havendo assim pouco desperdício.

O composto resultante de atividades escolares é uma alternativa viável, uma vez que o mesmo pode ser utilizado como adubo para a produção de hortaliças.

Dentre as proporções de composto avaliadas o tratamento 5 é o mais indicado para o cultivo da alface (*Lactuca sativa* L.), e o composto orgânico proveniente de resíduos escolares contribuiu de forma positiva para o desenvolvimento da hortaliça, obtendo resultados satisfatórios em relação ao aumento das porcentagens de composto.

REFERÊNCIAS

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2008.

ABIDES – Associação Brasileira de Integração e Desenvolvimento Sustentável. **Compostagem de resíduos orgânicos urbanos**. Cuiabá, 10 de junho de 2016.

Disponível em < <http://abides.org.br/compostagem-de-residuos-organicos-urbanos-cuiaba/>> Acesso em: Setembro de 2016.

ADRIANO, A. P. P.; MURATA, A. T. Caracterização e quantificação de resíduos sólidos em escola pública do município de Matinhos, PR, para proposição de medidas de gestão de resíduos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – ReGet. Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM**, Santa Maria, v. 19, n. 1, jan./abr. 2001. Disponível em <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/15280/pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2017.

AGROPECUÁRIA-EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. v. 2. ed. rev. Atual. 212p . Rio de Janeiro, 1997.

ALENCAR, L. **14 dicas para evitar pragas e doenças na horta**. Globo Rural, **27 de Out. 2015**. Disponibilidade em:< <http://revistagloborural.globo.com/Cidades-Verdes/noticia/2015/10/14-dicas-para-evitar-pragas-e-doencas-na-horta.html>>. 20 jun. 2017.

aporte para discussão sobre sustentabilidade no campo. São Paulo: Expressão Popular, 2007. 360 p. 2007.

ATAIDE, L. M. S.; LOPES, S. R.; TAVARES, K. G.; CATAPRETA, C. A. A. Estudo da Presença de Vetores em Leiras de Composto Orgânico Produzido na Central de Tratamento de Resíduos Sólidos De Belo Horizonte, MG. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007, Belo Horizonte. **Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES**. Rio de Janeiro: Sindicato Nacional dos Editores de Livros, 2007.

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Ed.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. 2009.

BORNE, H. R. **Produção de mudas de hortaliças**. Livraria e Editora Agropecuária – Guaíba, 189p. 1999.

CABRAL, S. M; SILVA. M. M. P; LEITE, V. D. **Levantamento de resíduos sólidos gerados em escola; estratégia para implantação de coleta seletiva** . XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cancún, México, 27 al 31 de octubre, 2002.

CARMO JUNIOR, G. **Resíduos sólidos, origem, formação, classificação, características e impactos**, 2010.

CLEMENTE, F. M. V. T.; HABER, L. L. TÉCNICAS, Editoras. **Horta em Pequenos Espaços**. Embrapa, Brasília – DF. 2012.

COLÓN, J. et al. Font X. **"Avaliação ambiental de compostagem doméstica"**. **Recursos, conservação e reciclagem** . 893–904p. 2010.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**

/ Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 10. ed. – Porto Alegre, 2004. Disponibilidade em: <http://www.sbcs-nrs.org.br/docs/manual_de_adubacao_2004-versao_internet.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2017.

EMPRESA MUNICIPAL DE ÁGUAS E RESÍDUOS DE PORTIMÃO, E. M. – EMARP. **Manual da prática da compostagem doméstica: “Compostar em Portimão”**. Portimão, Portugal: EMARP, 2005, 12 p. Disponibilidade em: <http://74.125.93.132/search?q=cache:VcbC8m4akgwJ:residuos.quercus.pt/xFiles/scContentDeployer_pt/docs/DocSite1669.pdf+Manual+da+pr%C3%A1tica+da+compostagem+dom%C3%A9stica&cd=4&hl=pt-BR&ct=clnk>. Acesso em: 17 jun. 2017.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A. T.; **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças**. Lavras-MG. 2004. 88f. Trabalho de conclusão de curso. Pós-Graduação lato sensu especialização a distância. Universidade Federal de Lavras-UFLA. Fundação de Apoio ao Ensino, pesquisa e extensão-FAEPE, 2004.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO – FUNDACENTRO. **Compostagem doméstica de lixo**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu. 2002 40 p. Disponibilidade em: <<http://74.125.93.132/search?q=cache:GRTiWrh33yoJ:permacoletivo.files.wordpress.com/2008/09/compostagemdomesticadelixo.pdf+compostagem+dom%C3%A9stica+de+lixo&.LIMA, J>>. Acesso em: 17 jun. 2017.

GUIDONI, L. L. C. et al. Compostagem domiciliar: Implantação e avaliação do processo. **Revista Tecnológica**, Santa Cruz do Sul, v. 17, n. 1, p. Jan/jun. 2013. Disponibilidade em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/3640/2617>>. Acesso em: 17 jun. 2017.

HOWARD, A. S.; **O testamento agrícola de Sir Albert Howard: aporte para discussão sobre sustentabilidade no campo**. Expressão Popular. 360p. São Paulo. 2007.

KIEHL, E. J. ; **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: Rural, 1998. 171 p.

KIEHL, E. J. **Metodologia da compostagem e ação fertilizante do composto de resíduos domiciliares**. ESALQ-USP, Piracicaba, 1979.

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

KLIPPEL, A. de S.; **Gerenciamento de resíduos sólidos em escolas públicas**. Paraná 2015. 39f. Trabalho de conclusão de curso. Graduação em Gestão Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

MAHMOUD, A. G. E. *et al.* Pátio de Compostagem na Moradia e Campus da UNICAMP: exemplo de integração ciência/gestão pública. **Interagir: pensando a extensão**. Rio de Janeiro, v. 2, n. 12. ago./dez. 2007. Disponível em < <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/interagir/article/view/21706/15695>>. Acesso em 17 jun. 2017.

MAKISHIMA, N. et al. **Projeto horta solidária: cultivo de hortaliças**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. 2010. 27p.

MASSUKADO, L. M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal de resíduos sólidos domiciliares**. 2008. 204f. Tese de doutorado da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2008.

MATHIAS, J. ; **Aprenda como fazer um repelente caseiro para sua horta**. Globo Rural, 28 de Novembro de 2014. Disponibilidade em:<<http://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/gr-responde/noticia/2014/11/problemas-na-horta-domestica.html>>. Acesso em: 19 jun. 2017.

MEDEIROS, L. A. M. et al. Crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) conduzida em estufa plástica com fertirrigação em substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p.199-204, 2001. Disponibilidade em:<<http://www.scielo.br/pdf/cr/v31n2/a02v31n2>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

MERCKEL, A. J. **Managing livestock wastyes**. Westport: Avi Publishing Company, 1981.

MINAMI, K. ; **Produção de Mudas de Alta Qualidade em Horticultura**. São Paulo: T. A. Queiroz. 1995.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos**. 2010. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/3_manual_implantao_compostagem_coleta_seletiva_cp_125.pdf. Acesso em: 02 dez. 2016.

MIRANDA, A. B.; SANTOS, D. G. B.; SENIS, L. V.; COMAR, M. C. ENCONTRO DE ENSINO PESQUISA E EXTENÇÃO – ENEPEX, 8 ENEPE UFGD, 5 EPEX UEMS, 2014, Dourado – MS. **Processo de compostagem de resíduos orgânicos gerados no Ceim Recanto da Criança**. Dourados – MS. 2014. 16p.

MIYASAKA, S.; NAKAMURA, Y. ; OKAMOTO, H.; Agricultura natural. 2. ed. Cuiabá: **SEBRAE/MT**, 1997. 73 p. (Coleção agroindústria).

MOURA, A. A. de.; LIMA, W. S. de.; ARCHANJO, C. do R. **Análise da Composição Gravimétrica de Resíduos Sólidos Urbanos: Estudo de Caso – Município de Itaúna – MG**. SynThesis Revista Digital FAPAM, Pará de Minas, n.3, 4 - 16, abr. 2012.

MOURA, S. S.; SOCAL, E. S.; Resíduos sólidos: produtos recicláveis na escola de Ensino Fundamental São Vicente de Paulo-Santa Maria-RS. **Disciplinarum Scientia**. Série: Ciências Sociais e Humanas, Santa Maria, v. 2, n. 1, 2001. Disponibilidade de acesso < <http://sites.unifra.br/Portals/36/CHUMANAS/2001/residuos.pdf>>. Acesso em 17 jun. 2017.

NUNES, M. U. C.; **Compostagem de resíduos para a produção de adubo orgânico na pequena propriedade**. Circular Técnica 59. Embrapa, Aracaju – SE. 2009.

OLIVEIRA, E. C. A.; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B.; **Programa de pós-graduação em solos e nutrição de plantas**. Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba – SP, 2008.

PEIXOTO, J. O. ; Destinação final de resíduos sólidos: nem sempre uma opção econômica. **Engenharia sanitária**, v. 27, n. 1, p. 15-18, 1981.

QUARESMA, J. B.; Proposta para tratamento dos resíduos sólidos na cidade de Monte Alegre. **Ministério de Minas e Energia e Governo do Estado do Pará - Monte Alegre**, 1998.

SALOMÃO, F. S. **Avaliação da viabilidade econômica da implantação de uma usina de triagem e compostagem**. Rio Claro-SP, 2009. 99f. Trabalho de conclusão de curso. Graduação em Engenharia Ambiental. Centro Universitário Estadual Paulista – UNESP, 2009.

SANTOS, C. C. et al. Avaliação de desenvolvimento de alface tipo crespa em diferentes substratos sob ambiente protegido no recôncavo baiano. In: ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer. N.15, 2012, Universidade federal do Recôncavo Bahia, Cruz das Palmas BA. **Avaliação de desenvolvimento de alface tipo crespa em diferentes substratos sob ambiente protegido no recôncavo baiano**. Goiânia, 2012. P.281 – 290.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres, Viçosa**, v. 61, Suplemento, nov/dez, 2014.

SEPLAN/RR – Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento de Roraima. **Perfil Socioeconômico do Estado**. Boa Vista, Ed. 2007.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. **The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data**. Afr. J. Agric, 2016.

SILVA, F.C. editor técnico. Manual de análises químicas de solos plantas e fertilizantes. **Embrapa Informação Tecnológica**. Brasília, DF. v.2. 1999.

SMITH, S. R.; HADLEY, P. A.; comparison of the effects of organic and inorganic nitrogen fertilizers on the growth response of summer cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* cv. Hispe F1). **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 63, n. 4, p. 615-620, 1988. Disponibilidade em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14620316.1988.11515901>>. Acesso em: 17 jun. 2017.

SOARES, N. M. B. **Gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares no município de Fortaleza-CE**, 2004. 107f. Trabalho de conclusão do curso. Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Centro Universitário Federal do Ceará, 2004.

TEIXEIRA, L. B. et al. Processo de compostagem, a partir de lixo orgânico urbano, em leira estática com ventilação natural. **Embrapa Amazônia Oriental-Circular Técnica 33 (INFOTECA-E)**. Belém - PA. 2004.

VIDIGAL, S. M. et al. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica. I. Ensaio de campo. **Revista Ceres**, Viçosa, v.42, n.239, p.80-88, 1995.

WANGEN, D. R. B.; FREITAS, I. C. V.; Compostagem doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 2, 2010. Disponível em <http://aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/article/view/7601/6696>. Acesso em: 17 Jun. 2017.

YURI, J. E. et al. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 22, n. 1, p. 127-130, 2004. Disponibilidade em:< http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/veiculos_de_comunicacao/HOB/VOL22N1/A27V22N1.PDF>. Acesso em: 20 jun. 2017.