

Qualidade do composto proveniente da composteira côncava com aeração por tubos perfurados, coleta e reutilização de chorume

Marina Dias Piovesani¹; Darci José Pedrozo²; Ana Maria Conte³

Resumo: A compostagem tem sido uma alternativa para muitos produtores, entretanto durante o processo, esse composto gera o chorume que pode penetrar no solo, e até mesmo atingir os lençóis freáticos. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo a utilização de resíduos químicos em um modelo de composteira côncava com recolhimento do chorume, aproveitando os resíduos de origem animal e vegetal gerados no UENP - CLM, para a produção de composto orgânico. O experimento foi instalado na área experimental da UENP, de dezembro à maio de 2014. A matéria orgânica foi colocada “in natura” na composteira, acrescentando calcário e gesso durante o enchimento. Para controle de temperatura, foram colocados no sentido radial, canos de plástico de 2”. Foram avaliados diariamente a temperatura, desde o início da atividade microbiana até a bioestabilização, para o controle do composto. Foram feitas análises laboratoriais em eficiência e qualidade do composto. De acordo com as temperaturas e as análises observou-se que a composteira possibilita a eficiência da compostagem. Conclui-se que esse modelo de composteira pode se tornar uma ferramenta útil para os agricultores, pois não gerou a perda de nutrientes, proporcionou a economia de mão de obra e tempo, e evitou a contaminação do solo e possivelmente dos lençóis freáticos, e gerou um composto quimicamente balanceado.

Palavras chave: Compostagem; Reciclagem de nutrientes; Meda.

Quality of the compost from the concave compost with aeration by perforated tubes, leachate collection and reuse

Abstract: Composting has been an alternative for many producers. However, during the process, this compound generates leachate that can penetrate the soil, and even into the groundwater. Therefore, this study aimed to use chemical waste in a concave composter model with collection of manure, utilising animal and vegetable waste generated in UENP - CLM, for the production of organic compost. The experiment was installed in the experimental area of UENP, December to May, 2014. Organic matter was placed "in natura" in the composter, adding limestone and gypsum during filling. For temperature control, were placed in the radial direction, plastic pipes of 2 ". The temperature was assessed daily, from the onset of microbial activity to biostabilization, for compound control. Laboratory tests were made to test efficiency and quality of the compost. According to the temperatures and analysis it was observed that the composter enables the efficiency of composting. It is possible conclude that the compost can become an excellent tool for farmers because not generated the loss of nutrient provides the economy of manpower and time, and prevents contamination of the soil and possibly groundwater.

Keywords: Composting; recycling; rick.

¹ Aluna do curso de graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Norte do Paraná- Campus Luiz Meneghel- Bandeirantes. Marina_piovesani@hotmail.com

² Mestre, Docente do Setor de Produção Vegetal da Universidade Estadual do Norte do Paraná- Campus Luiz Meneghel- Bandeirantes. dpedrozo@uenp.edu.br

³ Doutora, Docente do Setor de Produção Vegetal da Universidade Estadual do Norte do Paraná- Campus Luiz Meneghel- Bandeirantes. acastro@uenp.edu.br

Introdução

São muitos os modelos indicados, entretanto, a maioria deles necessita de revolvimento do composto e adequação da umidade, para uma perfeita compostagem, e o modelo proposto neste experimento, que utiliza tubos para aeração e reutilização do chorume no umedecimento das medas permite adequações no processo, diminuindo uso de mão de obra e perdas do chorume, minimizando os impactos ambientais.

Compostagem é um processo biológico de transformação de resíduos orgânicos como palhadas, esterco, restos de alimentos, em substâncias húmicas, isto é, em matéria orgânica homogênea e estabilizada, de cor escura e rica em partículas coloidais. Pronta para ser utilizada como composto orgânico (LISITA e ARAÚJO, 2005).

Com a instrução normativa Nº 8, de 25 de março de 2004, que inclui na proibição a cama de aviário, os resíduos da criação de suínos, como também qualquer produto que contenha proteínas e gorduras de origem animal, na alimentação dos mesmos (MAPA, 2004), tornou-se urgente o desenvolvimento de tecnologias que possibilite a destinação adequada, sob o ponto de vista sanitário e ambiental, se possível com o aproveitamento desses resíduos para fins agrícolas.

De acordo com Silva (2008), a preparação do composto orgânico é uma forma controlada de imitar o processo de biodegradação que ocorre na natureza. Assim, o preparo adequado da compostagem significa proporcionar aos microrganismos as condições favoráveis para a decomposição dos dejetos e a sua transformação em fertilizante orgânico de boa qualidade.

Segundo Costa *et al.* (2005), em um processo de compostagem de resíduos, basicamente a temperatura, a aeração, a umidade, a relação C/N são os fatores que mais interferem no desenvolvimento e na atividade de microrganismos. Esses fatores irão influenciar diretamente na qualidade final do composto, bem como no tempo necessário para estabilização do mesmo.

A fase final da compostagem pode ser avaliada em função da cura do composto, que está associada à redução da relação C/N para 10-12/1, redução do C-solúvel em água, aumento da concentração de C-substâncias húmicas e diminuição da evolução de CO₂ da pilha de compostagem e abaixamento da temperatura para os níveis prevalentes no ambiente (GOYAL *et al.*, 2005).

A temperatura tem um efeito sobre o crescimento e atividade metabólica dos microorganismos (MORENO *et al.*, 2008). Inicialmente o substrato se encontra na temperatura ambiente, com grande quantidade de substâncias biodegradáveis, sobre ele se

desenvolve uma flora mesófila muito ativa, observando um aumento de temperatura de até 40-45 °C causada pela natureza exotérmica das reações associadas com o metabolismo respiratório e a pilha de resíduos, que retém o calor.

A aeração, além de ser essencial para o desenvolvimento de microrganismos, tem outros objetivos (MORENO *et al.*, 2008), como mesclar materiais, evitar a compactação, criar novas superfícies de ataque de microrganismos e permitir a evacuação do dióxido de carbono produzido.

Esses objetivos podem levar ao conceito errôneo de que quanto maior a aeração é melhor a compostagem. No entanto, um defeito de oxigênio no meio provoca uma diminuição da temperatura, como consequência de reduzir a atividade de microbiana e a velocidade de decomposição, e o excesso de ar pode também produzir uma diminuição indesejável da perda de água do ambiente, o que também iria resultar na redução da atividade bacteriana e velocidade de decomposição (YAMADA e KAWASE, 2006).

Em relação às análises físicas, torna-se importante avaliar, inicialmente, o teor de água do resíduo, pois este atributo condiciona a dose que será aplicada nas lavouras e o preço final do produto, principalmente se houver a necessidade de transporte do material em longas distâncias. (SILVA, 2008).

A capacidade de retenção de água varia de um material para outro, havendo uma tendência de os materiais mais ricos em C reterem mais água do que os mais pobres. A maior presença na fração orgânica das moléculas húmicas aumenta a capacidade de os resíduos adsorverem água (MELO, 2007). Sob esse aspecto, os resíduos que possuem maior grau de humificação são os mais indicados para reter maior quantidade de água no solo. (SILVA, 2008).

Embora não haja um valor ótimo de umidade comum para compostagem, estimamos uma gama entre 40 e 70% como o mais apropriado para a maioria dos processos (NEKLUYDOV *et al.*, 2006; NELSON *et al.*, 2006).

A umidade tem, portanto, juntamente com a aeração, o pH, a relação C/N, a granulometria do material e as dimensões das leiras, um efeito direto sobre o desenvolvimento de microrganismos e indireto sobre a temperatura do processo de compostagem, sendo que a considerada ótima varia em função do tipo de material a ser compostado e do material celulósico utilizado (VALENTE *et al.*, 2009).

A análise química dos resíduos orgânicos pressupõe a determinação dos teores de macro e micronutrientes, de metais pesados, sódio, matéria orgânica, e de suas frações componentes

e a medição do pH e da acidez e alcalinidade dos resíduos. Os teores de nutrientes presentes nos resíduos variam muito de um material para outro, sendo, em geral, considerados baixos em relação as concentrações de nutrientes presentes nos fertilizantes minerais como um todo. Na caracterização química, quase sempre, são medidos os teores totais presentes nos materiais e não os teores biodisponíveis. Na sua maioria, os nutrientes encontram-se presentes nos resíduos fazendo parte da estrutura dos compostos orgânicos. Há a necessidade de que esses compostos sejam mineralizados, para que os nutrientes neles contidos possam ser aproveitados pelas culturas, como é o caso de N, P, S etc (SILVA, 2008).

Os valores de pH durante o processo de compostagem estão estreitamente relacionados com a atividade microbiana. No início do processo, o pH cai para valores de cerca de 5, como um resultado de processamento de substrato facilmente degradável que provoca a liberação de ácidos orgânicos e subsequente acidificação do meio. A produção de amoníaco em fases posteriores (fase termofílica) provoca um aumento do pH pode atingir valores de 8,5. Quando o composto está maduro o pH estabiliza entre 7 e 8 (MORENO *et al.*, 2008).

O nitrogênio é o principal nutriente limitante, na maioria dos solos que necessitam de um tratamento com fertilizantes ricos em nitrogênio para possível utilização como terrenos de cultivo (MORENO *et al.*, 2008). Do ponto de vista técnico, é aconselhável elevar, por meio da utilização de adubo mineral, o teor de N do material compostado a pelo menos 1%, para atender à demanda dos microrganismos por esse nutriente e não retardar a maturação do composto (ROY *et al.*, 2006).

Dentre os esterco o mais concentrado é o de galinha, em razão de esse esterco possuir menor teor de água, ter as fezes e urina misturadas e serem as aves alimentadas com alimentos ricos em nutrientes, em relação aos esterco de outros animais domésticos (TEDESCO *et al.*, 2008). Além de fornecer N, P e K para as culturas, os esterco de suínos e aves são fontes também de micronutrientes. Por se originarem de criatórios onde é comum o uso de rações mais ricas em nutrientes, os esterco de aves e suínos apresentam uma maior demanda biológica por oxigênio (DBO) e isso pode causa forte poluição ambiental, caso esses materiais sejam descartados em curso de água. Se isso ocorrer, o consumo de oxigênio da água durante a decomposição de resíduos de suínos e aves pode resultar numa menor disponibilidade de O₂, que pode comprometer a sobrevivência de peixes e outros organismos aquáticos (SILVA, 2008).

A composição química e a velocidade de decomposição dos resíduos orgânicos em solo têm implicações importantes na liberação de nutrientes para as plantas e, por conseguinte, são

determinantes da predominância no solo dos processos de imobilização ou de mineralização líquida. No curto prazo, se houver predominância da imobilização sobre a mineralização há um risco de haver deficiências de nutrientes, principalmente de N, no solo para cultura implantada em sequência a aplicação do resíduo (SILVA, 2008).

Uma relação Carbono/Nitrogênio (C/N) inicial de 25 a 35 é considerada adequada para proporcionar as condições ideais para a compostagem (PARVARESH *et al.*, 2004). Com relação C/N mais baixa, o risco de perder o excesso de nitrogênio por volatilização como amoníaco (RAVIV *et al.*, 2002). Com C/N superiores, aumenta o tempo de compostagem necessário, porque não há nitrogênio suficiente para o crescimento ótimo das populações microbianas, sendo o nutriente limitante (PARVARESH *et al.*, 2004).

Sabe-se que a disponibilidade de C é a maior fonte de energia para os microrganismos, porém a sua eficiência não é 100% e a demanda de carbono é maior que a do N. Apesar de grande diferença entre as demandas, a carência de N é limitante no processo, por ser essencial para o crescimento e a reprodução dos microrganismos. Quando a parte do C é de difícil degradação, como a celulose, a lignina e a hemicelulose, é aconselhável uma relação C/N inicial maior, pois o C biodisponível é inferior ao C total. Apesar dos valores sugeridos pelos pesquisadores para a relação C/N ótima na compostagem, constata-se que não poderá ser um valor absoluto, mas sim, que deve variar com o material a compostar (VALENTE *et al.*, 2009).

Visando a urgência em diminuir os agravantes ambientais e racionalizar a utilização de fertilizantes orgânicos para o pequeno proprietário, o modelo de composteira com a reutilização do chorume e sua não percolação no solo e consequentemente prevenindo que chegue aos lençóis freáticos é de grande importância aliado ao manejo de aeração por tubo introduzidos na meda, diminuindo a utilização de mão de obra e com isso também produzir um composto de qualidade para ser utilizado nas culturas, foi o objetivo deste experimento.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na área experimental da Fazenda Escola da Universidade Estadual do Norte do Paraná, no Campus Luiz Meneghel localizado em Bandeirantes-Paraná, cujas coordenadas geográficas são 23°06' Latitude Sul e 50°21' Longitude Oeste, com 440m de altitude. O clima predominante na região é do tipo Cfa, subtropical úmido, baseado na classificação climática de Köppen.

A condução experimental foi realizada pela compostagem de materiais e a avaliação do material obtido a partir de sua compostagem, entre os anos de 2013 e 2014, através da avaliação de duas baterias em períodos subsequentes. A composteira como unidade demonstrativa consistiu na abertura do solo de uma área circular com 3 m de diâmetro, de formato côncavo, sendo que no centro tem 0,50 m de profundidade e vai diminuindo em direção a borda, terminando ao nível do solo. Toda essa cavidade é revestida de alvenaria (Figura 1).

Partindo do fundo da composteira, na parte central para a periferia possui um cano de plástico de 2” que tem a função de escoar para um reservatório externo, o chorume produzido no processo de compostagem. O reservatório externo foi construído com alvenaria, (Figura 1) para que se colocasse um recipiente coletor do chorume.

Figura 1 - Composteira côncava, destacando a perfuração que sai o cano para o reservatório e a cobertura.



Fonte: Marina Dias Piovesani.

O volume da composteira é de aproximadamente 2,5 metros cúbicos. Possuindo uma cobertura com o seguinte dimensionamento: 2,5 m de altura com 25 metros quadrados. Esta cobertura tem a função de evitar o encharcamento da meda nos períodos chuvosos (Figura 1).

A matéria orgânica composta de restos vegetais e animais oriundos dos diferentes usos na área da fazenda escola foi colocada “*in natura*” na composteira, distribuída em 10 camadas, onde foi aplicado calcário e gesso na dose de 50 kg de cada um desses materiais por compostagem. Essas quantidades foram divididas nas 10 camadas, aplicando 10 kg por camada, ou seja, 5 kg de calcário e 5 kg de gesso por camada. A aplicação foi feita a lanço de modo a distribuir por toda a estrutura. Ao término a meda atingiu 1,5 m de altura no centro.

À cada camada de aproximadamente 50 cm colocou-se em círculo, no sentido radial, distantes aproximadamente 50 cm, canos de plástico de 2”, perfurados lateralmente, para controle de temperatura, possibilitando-se colocar mais canos para aumentar a aeração ou retirá-los para diminuir a temperatura (Figura 2).

A irrigação da meda era realizada através da coleta do chorume e diluição do mesmo em água e retornando ao composto.

Figura 2. Enchimento da composteira e colocação do tubos .



Fonte: Marina Dias Piovesani.

O processo de enchimento da composteira foi executado duas vezes, sendo que na primeira a meda era composta de bagacinho de cana, cama de frango, esterco bovino, de carneiro, equino, folhas, maravalha, entre outros restos vegetais. O segundo era composto somente por esterco bovino, suíno, equino e de carneiro.

A tomada de temperatura foi feita com um termômetro de máxima e mínima, por meio de um cano colocado no centro da meda, inserido verticalmente. Essa operação foi realizada diariamente, desde o início da atividade microbiana na compostagem até completar a bioestabilização, ou seja, completar o processo de compostagem atingindo temperatura semelhante à ambiente.

Após a retirada do composto da composteira, este foi levado para o minhocário, para que houvesse a humificação do composto, e antes e após esse processo foi realizada análise de pH, matéria orgânica, C/N, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

Resultados e Discussão

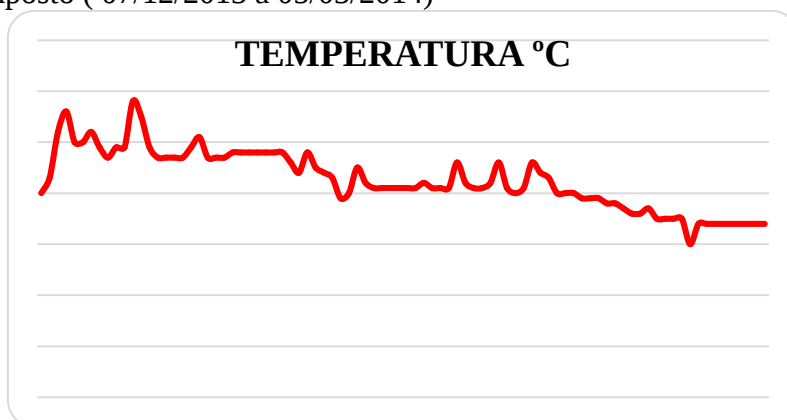
Na Figura 3 são apresentados os dados de temperatura para o primeiro composto, onde se observou que quando se iniciou a leitura a temperatura já estava um pouco acima da ambiente aproximadamente 40°C, ou seja, o composto já estava com uma baixa atividade. Cinco dias

depois foi colocado mais alguns canos pois a temperatura teve um aumento para 56°C, sendo assim ocorreu uma queda na temperatura nos dias seguintes.

Nota-se que no 12º dia tem o seu período de pico em atividade atingindo uma temperatura de 58°C, em seguida foram colocados mais canos, e com isso a temperatura teve uma queda novamente e não voltou a se elevar. A temperatura obteve a estabilidade aproximadamente aos 80 dias.

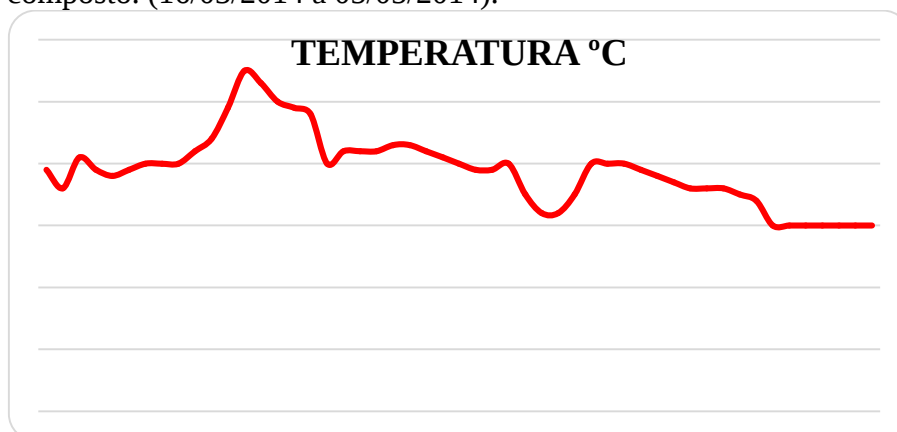
Percebe-se que a colocação dos tubos é eficiente pois reduz a temperatura, não prejudicando os microrganismos e reduzindo o tempo do composto na composteira. Em alguns momentos durante o processo foi coletado o chorume e devolvido ao composto, fazendo um reaproveitamento dos nutrientes e evitando a contaminação do solo e até mesmo dos lençóis freáticos.

Figura 3 - Temperatura da meda do início ao final do processo de compostagem, no primeiro composto (07/12/2013 a 05/03/2014)



Para o segundo composto, (Figura 4) observou-se que quando iniciou a leitura a temperatura já estava um pouco acima da ambiente aproximadamente 39°C, ou seja, o composto já estava com uma baixa atividade, quinze dias depois colocou-se alguns canos pois a temperatura teve um aumento para 55°C, sendo assim ocorreu uma queda na temperatura nos dias seguintes e se manteve baixa até atingir a bioestabilização, com isso, agilizando o processo. Pois a temperatura atingiu a estabilidade aproximadamente aos 45 dias e assim permaneceu. Os procedimentos com o chorume foram feitos da mesma forma.

Figura 4 - Temperatura da meda do início ao final do processo de compostagem no segundo composto. (16/03/2014 a 05/05/2014).



Inicialmente o substrato se encontra na temperatura ambiente, com grande quantidade de substâncias biodegradáveis, e, sobre ele se desenvolve uma flora mesófila muito ativa, observando um aumento de temperatura de até 40-45°C causada pela natureza exotérmica das reações associadas com o metabolismo respiratório e a pilha de resíduos, que retém o calor (RYCKEBOER *et al.*, 2003).

Após a primeira fase do processo começa segunda, que desenvolvem os microorganismos termófilos (resistente a altas temperaturas) suportando temperatura que atingem de 70-80 °C. O material mais difícil de sofrer a decomposição começa a decompor-se. Além disso, ocorre um processo de redução de patógenos, que permite ainda o uso sem risco para a saúde (MORENO *et al.*, 2008).

A fim de manter uma maior diversidade microbiana (Ryckebøer *et al.*, 2003); Cahyani *et al.*, 2004), é preferível não exceder 60°C (CEGARRA *et al.*, 2006).

Na Tabela 1 são apresentados os resultados nutricionais do primeiro composto, onde pode observar que o pH não sofreu grandes alterações durante o seu período no Minhocário, entretanto ele se aproxima do neutro que é o ideal.

Constata-se uma relação C/N baixa a partir da compostagem, podendo causar uma grande perda de N por volatilização, entretanto está dentro do valor indicado por LISITA e ARAÚJO (2005), e MORENO *et al.* (2008).

O teor de matéria orgânica está adequado, até mesmo bem acima do que se recomenda como mínimo para Lisita e Araújo (2005), e MORENO *et al.* (2008). Entretanto, durante a compostagem houve uma perda do teor e em seguida no Minhocário um leve aumento.

A porcentagem de nitrogênio total indicada varia de 0,9% segundo Lisita e Araújo (2005), e 1% segundo Moreno *et al.* (2008), e que durante o processo observou-se a perda de N, com uma de 2,12 para 1,75 até o final da compostagem no minhocário, ou seja o teor de nitrogênio do composto ainda está acima do necessário.

Em relação aos teores de cálcio e magnésio, observou-se aumento durante a compostagem provavelmente pela adição de calcário e gesso na meda no processo.

Em relação aos teores de fósforo, observou-se que com a compostagem esses teores aumentaram, entretanto ainda não atingiram a quantidade mínima necessária indicada por MORENO *et al.* (2008).

Para o potássio foi verificado uma perda significativa, o que mostra a necessidade de algum complemento em relação a esse nutriente, pois ele não se mostrou nas quantidades necessárias indicadas por MORENO *et al.* (2008).

As cascas e o bagaço são materiais mais pobres em nutrientes, com maior teor de lignina e que são utilizados como fonte de K, como é o caso da casca de café. Em razão de sua origem, que implica em grande extração de nutrientes na fase de processamento dos alimentos, as cascas são resíduos que devem ser manejados com cuidado no solo – de preferência não devem ser incorporadas no solo – uma vez que é grande a chance de haver a imobilização de nutrientes após a aplicação desses resíduos (SILVA, 2008).

Tabela 1 - Análise química inicial e final da primeira compostagem e do produto final do minhocário

Primeira compostagem e Minhocário			
Parâmetro	Análises		
	Inicial	Final	Minhocário
pH	6,03	6,86	6,82
Relação C/N	17,87	9,2	12,6
(%)			
Matéria Orgânica	87,26	53,23	57,59
Nitrogênio Total	2,12	2,24	1,75
P2O5 Total	0,239	0,50	0,40
K2O	0,61	0,78	0,13
Cálcio Total	0,14	9,8	8,1
Magnésio Total	0,22	3,06	1,93
Carbono orgânico	37,88	20,61	22,02

Na Tabela 2, são apresentados os resultados nutricionais da segunda compostagem, por meio deles podemos observar que o pH quando iniciou a compostagem já estava alto, ou seja o composto já estava iniciando sua fase termofílica, entretanto após todo o processo ele se enquadrou dentro do indicado por MORENO *et al.* (2008).

A relação C/N se iniciou baixa e permaneceu até o final de todo o processo, se enquadrando nos parâmetros como adequado, Lisita e Araújo (2005) e MORENO *et al.* (2008).

Uma relação carbono/nitrogênio (C/N) inicial de 25 a 35 é considerada adequada para proporcionar as condições ideais para a compostagem (PARVARESH *et al.*, 2004). Com relação C/N mais baixa, o risco de perder o excesso de nitrogênio por volatilização como amoníaco (RAVIV *et al.*, 2002).

Segundo Fiori *et al.* (2008), os resíduos agroindustriais utilizados no início do processo de compostagem não apresentavam boa relação carbono/nitrogênio. Tal relação foi mantida no composto final, com a obtenção de uma relação baixa e com isso uma alta quantidade de nitrogênio, observa-se que este composto terá perdas de nitrogênio principalmente por volatilização (NH_3), fazendo com que a planta não utilize todo o nitrogênio presente no resíduo.

A matéria orgânica desse segundo composto foi reduzida ao final do processo, porém ainda está entre os limites das condições adequadas para esse parâmetro.

O Nitrogênio demonstrou os mesmos dados referentes a primeira compostagem, possuindo a quantidade necessária.

Diferindo da primeira compostagem, o teor de potássio apesar de apresentar uma queda durante a compostagem, ainda apresenta teores maiores que o necessário de acordo com MORENO *et al.* (2008).

Tabela 2 - Análise química inicial e final da segunda compostagem e do produto final do minhocário

Segunda compostagem e minhocário			
Parâmetro	Análises		
	Inicial	Final	Minhocário
pH	8,62	6,89	6,88
Relação C/N	7,4	7,1	7,0
	(%)		
Matéria Orgânica	44,62	37,74	39,88

Nitrogênio Total	2,21	2,17	1,68
P₂O₅ Total	1,76	1,62	1,25
K₂O	3,60	2,88	2,66
Cálcio Total	1,36	3,64	2,83
Magnésio Total	0,80	1,64	1,24
Carbono orgânico	16,57	15,32	11,80

Conclusão

A composteira cônica com aeração por tubos perfurados se mostrou útil para o processo, pois permite a qualidade do composto, propicia a reutilização do chorume, diminui tempo para revolvimento da meda, com economia de mão de obra, além de que o composto gerado ser de qualidade adequada.

A compostagem e a quantidade de nutrientes em cada composto dependem da sua origem e de seu grau de compostagem.

A qualidade do composto pode-se apresentar melhor após ser transformado em húmus pelas minhocas.

O composto de ambas as compostagens foram balanceados nutricionalmente.

Referências

- CAHYANI V. R.; MATSUYA, K.; ASAKAWA, S.; KIMURA, M.; Sucession and phylogenetic profile of eukariotic communities in the composting processo f rice straw estimated by PCR-DGGE analysis. **Biology. Fertilizer Soils** v. 40, p. 334-344. 2004.
- CEGARRA, J.; ALBUQUERQUE J. A.; GONZÁLVEZ, J.; TORTOSA, G.; CHAW, D. Effects of the torced ventilation on composting of a solid olive-mill by-product (“alpeojuro”) managed by mechanical turning. **Waste Manage.** 26, p. 183-1377. 2006.
- COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. de M.; SESTAK M.; OLIBONE D.; SESTAK D.; KAUFMANN A. V.; ROTA S. R. Compostagem de resíduos da indústria de desfibrilação de algodão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal May/Aug. v. 25, no. 2, p. 540-548, 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162005000200028>>. Acesso em: 05 de outubro de 2014.
- FIORI, M. G. S.; SCHOENHALS, M.; FOLLADOR, A. C. Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia. **Engenharia Ambiental** – Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 3, p. 178-191, set/dez 2008.

GOYAL, S.; DHULL, S. K.; KAPOOR, K. K. Chemical and biological changes during composting of diferente organic wastes and assessment of compost maturity. **Bioresource Technology**, v 96, p 1584-1591, 2005.

LISITA, F. O.; ARAÚJO, M. T. B. D. **Composto orgânico**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2005. 2 p. (Embrapa Pantanal. Artigo de Divulgação na Mídia, 92). Formato eletrônico. Disponível em: <
<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAP/56623/1/FOL52.pdf>>. Acesso em: 01 de outubro de 2014.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 8/2014. 26/03/2014. Disponível em: <
<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=178957228>>. Acesso: 03 de Novembro de 2014.

MELO, L. C. A. **Caracterização físico-química e comparação de métodos de digestão de resíduos orgânicos**. Lavras, Ufla, 2007. 72p. (Dissertação de mestrado).

NEKLUYDOV, A. D.; FEDOTOV, G. N.; IVANKIN, A. N. Aerobic processing of organic waste into composts. **Appl. Biochem. Microbiology**. v.42, p. 341-353. 2006.

NELSON, V. L.; CROWE, T. G.; SHAH, M. A.; WATSON, L. G. Temperature and turning energy of composting feedlot manure at different moisture contents in Southern Alberta. **Canadian Biosystem Engineering**. V. 48, p.6.31-6.37, 2006.

MORENO, M. C. M.; IZQUIERDO, C. G.; STAMFORD, N. P.; FERNÁNDEZ, M. T. H. Producción de biofertilizantes por degradación microbiológica de residuos orgánicos. In: FIGUEIREDO, M. V. B.; BURITY, H. A.; STAMFORD, N. P.; SANTOS, C. E. R. S. (Eds.) **Microorganismos e agrobiodiversidade: o novo desafio para a agricultura**. Guaíba: Agrolivros, 2008. 568 p.

PARVARESH, A.; SHAHMANSOURI, M. R.; ALIDADI, H. Determination of carbon/Nitrogen ratio and heavy metals in bulking agentes used for sewage composting. **Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering**, v. 33, n.2, p 20-23. 2004.

RAVIV, M.; MEDINA, S.; KRASNOVSKY, A.; ZIADNA, H. Conserving nitrogen during composting. **Biocycle**, v. 43, n.9, p. 48-50. 2002.

RYCKEBOER, J.; MERGAERT, J.; VAES, K.; KLAMMER, S.; CLERQ, D.; COOSEMANS, J.; INSAM, H.; SWINGS, J. A survey of bacteria and fungi occurring during composting and self-heating processes. **Annals Microbiology** v.53, p. 349-410. 2003.

ROY, R.N.; FINCK, A.; BLAIR, G. J.; TANDON, H. L. S. Plant nutrition for food security. Roma, FAO, 2006. 349 p. (Bulletin, 16).

SILVA, C. A. Uso de Resíduos orgânicos na Agricultura. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ª Ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 597-624.

TEDESCO, M. J.; SELBACH, P. A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A. O. Resíduos orgânico no solo e os impactos no meio ambiente. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ª Ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.p. 113-136.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM JR, B. S.; CABRERA, B. R.; MORAES, P. O; LOPES, D. C. N. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archives Zootecnia**, p. 59-85.2009.

YAMADA, Y.; KAWASE, Y. Aerobic composting of waste activated sludge: kinetic analysis for microbiological reaction and oxygen consumption. **Waste Manage**, v.26, p 49-61. 2006.

Agradecimento: Ao CNPq pela cessão de uma bolsa de Iniciação Científica Tecnológica e Inovação/PIBITI ao primeiro autor