



Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Centro de Tecnologia

Coordenação do Curso de Engenharia

Ambiental



GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS AGROPASTORIS A PARTIR DA COMPOSTAGEM

Gabriela Thaise de Medeiros França

Natal, novembro

2016

Gabriela Thaise de Medeiros França

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS AGROPASTORIS A PARTIR DA COMPOSTAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
como parte dos requisitos para a obtenção do
título de Engenheira Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Luiz de Oliveira

Coorientadora: Prof^ª. Izabela Cristiane de Lima Silva

Natal, novembro

2016

Gabriela Thaise de Medeiros França

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS AGROPASTORIS A PARTIR DA COMPOSTAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheira Ambiental.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Sebastião Luiz de Oliveira – Orientador
Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN

Izabela Cristiane de Lima Silva – Co-Orientadora- Externa

M^a Renata Cristina Medeiros Trajano de Araújo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN

M^e Sérgio Bezerra Pinheiro- Avaliador Externo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre ter me guiado com tanto cuidado e, não satisfeito, ainda me presenteou com anjos, os quais estiveram sempre ao meu lado nos momentos bons e ruins.

Agradeço também:

Aos meus pais Heloisa e Vicente, agradeço pelo apoio, força, companheirismo e ensinamentos durante todos os cinco anos e meio desta longa e árdua caminhada. Assim como meus irmãos, Amanda e Rafael, que sempre se mostraram prestativos em qualquer necessidade que eu tivesse. Vocês são os principais formadores de quem sou hoje.

Ao meu orientador, professor e exemplo Sebastião Luiz de Oliveira. Obrigada por estar sempre presente, pela dedicação, atenção, conselhos, incentivos e principalmente por acreditar na minha capacidade de executar este trabalho. Ao longo de todos esses anos sua presença enriqueceu não só minha vida acadêmica, mas também minha vida pessoal. A você meu mestre, toda minha gratidão e carinho.

À minha coorientadora, ex-professora e incentivadora, Izabela Cristiane de Lima Silva. Obrigada por desde a primeira conversa, ter me incentivado a não desistir da minha ideia, por me fazer acreditar que o que eu pretendia executar era melhor do que eu suspeitava. Mas obrigada, acima de tudo, por sua dedicação e preocupação com a minha pesquisa. Com você aprendi que a vontade em querer ou fazer algo pode transcender nossos limites porque querer é poder.

Ao meu namorado, amigo e companheiro, Victor, responsável pelo amor, paciência e dedicação. Obrigada pelo apoio e principalmente, por ter não só me acompanhado em todas as visitas na fazenda, mas por junto comigo ter me auxiliado em todo o trabalho prático, onde jamais mostrou cansaço quando nem eu mais acreditava ser possível continuar. Por todo suor derramado, por todo esforço empregado e pelos finais de semana abdicados, meu muito obrigada.

Por toda confiança depositada em meu trabalho, agradeço ao proprietário da fazenda, Helder. Obrigada por aceitar, contribuir e me proporcionar todas as ferramentas para a execução do trabalho.

Ao caseiro da propriedade, Jaime, muito obrigada por ter ouvido minhas recomendações com tanta atenção e pacientemente ter cuidado das leiras de compostagem com tanto cuidado, não hesitando em me ligar sempre que surgiam dúvidas.

À Anna Yanka, obrigada por todo o suporte ao longo da execução deste trabalho. Você me mostrou que o conhecimento é uma ferramenta, e como toda ferramenta o seu impacto está nas mãos de quem o usa.

De forma geral, gostaria de agradecer aos meus queridos amigos que, de alguma forma, se fizeram presentes neste trabalho e que marcaram profundamente minha passagem na UFRN: Fernanda, Iarin, Gilbrando, Vinícius, Netinho, Denilza, Laís, Lennon, Daniel, Arthur, Danilo, Bruno, Claudinha, Mariana, Ismael, Wesley e Talita. Obrigada por compartilharem comigo cada momento único vivido dentro, e fora, desta universidade.

Às minhas amigas que estão em minha vida desde o ensino fundamental e que sempre torceram pelo meu sucesso: Mariana, Jéssica Azevedo, Jéssica Muniz e Bia. Obrigada por sempre entenderem os motivos pelos quais diversas vezes precisamos remarcar nossos encontros e por desfrutarem com tanto amor e entusiasmo os momentos em que eles puderam acontecer.

À minha eterna professora e avaliadora Renata Cristina Medeiros Trajano de Araújo. Obrigada por todos os ensinamentos, auxílio, carinho e dedicação. A forma como a senhora se dispõe a ajudar cada um dos seus alunos é louvável, e por esse e tantos outros motivos, você ficará eternamente guardada em meu coração.

A todos vocês, que direta ou indiretamente tiveram uma parcela de envolvimento neste trabalho, mais uma vez, obrigada. Essa conquista não é minha, é nossa!

RESUMO

Dentre os vários problemas ambientais e sociais criados pelo modelo de produção capitalista, um dos maiores relaciona-se com a produção de resíduos orgânicos, que atrelado ao mau gerenciamento origina diversos problemas para a sociedade, amplos gastos, além de múltiplos danos ao meio ambiente. O aumento da produção envolvendo produtos da pecuária tem gerado uma quantidade elevada de resíduos sólidos e líquidos (subprodutos da atividade agropecuária). Desse modo, deve-se buscar o equilíbrio entre a produção das excretas animais e a preservação ambiental por meio de ações que possibilitem soluções adequadas para o tratamento desses resíduos. Nesse contexto, o processo de compostagem aparece como uma alternativa de melhor utilização dos resíduos orgânicos, podendo ser usado como uma ferramenta eficaz na transformação desse tipo de resíduo em um fertilizante de boa qualidade para as plantas. O presente trabalho, objetiva gerenciar os resíduos sólidos orgânicos agropastoris, por meio dessa técnica. Para dar suporte ao processo de construção, operação e manutenção foi realizada uma capacitação com o caseiro da propriedade, a fim de torná-lo habilitado a entender o processo de compostagem como um todo. A montagem do composto foi realizada em pilhas, haja vista que tal configuração proporciona uma melhor condução para a decomposição dos diferentes tipos de materiais, os quais foram intercalados em camadas. A decomposição do material foi promovida a partir do dimensionamento escolhido para a pilha, garantindo assim condições ótimas para a ação dos microrganismos. Duas leiras foram construídas, as quais tiveram 3,0 metros de comprimento, 2,0 metros de largura e 1,0 metro de altura. Aspectos importantes como temperatura, umidade e dias de reviramento do composto foram cuidadosamente observados. Ao fim do processo, todo o material foi peneirado e foram produzidos 720kg de composto orgânico. Na ótica da engenharia ambiental, o emprego de práticas como a compostagem, utilizando-se dos dejetos de origem bovina, é de extrema importância, pois garante um destino apropriado a esse material, sendo portanto, uma boa alternativa para auxiliar no melhoramento da gestão interna desse tipo de resíduo em uma fazenda e, com isso, promover melhorias ambientais e econômicas.

Palavras-chave: Excretas animais, decomposição, leira, processo.

ABSTRACT

Among the various environmental and social problems created by the capitalist production model, one of the largest is related to the production of organic waste, which, coupled with mismanagement, causes various problems for society, ample expenses, besides multiple damages to the environment. The increase in production involving livestock products has generated a high amount of solid and liquid waste (byproducts of farming activity). In this way, the balance between the production of animal excretions and environmental preservation must be sought by means of actions that allow adequate solutions for the treatment of these residues. In this context, the composting process appears as an alternative of better use of the organic residues and can be used as an effective tool in transforming this type of waste into a good quality fertilizer for plants. The present work aims to manage agropastoral organic solid waste by means of this technique. To support the construction, operation and maintenance process, a training was carried out with the cottar of the property in order to make him able to understand the composting process as a whole. The compound's montage was performed in piles, since such this configuration provides better conduction for the decomposition of the different types of materials, which were intercaled layered. The decomposition of the material was promoted from the design chosen for the pile, thus guaranteeing optimal conditions for the action of microorganisms. Two stacks were built, which were 3,0 meters long, 2,0 meters wide and 1,0 meters high. Important aspects such as temperature, humidity and days of compound turnover were carefully observed. At the end of the process, all material was sieved and 720kg of organic compound was produced. From the perspective of environmental engineering, the use of practices such as composting, using bovine manure, it is of utmost importance, because it guarantees an appropriate destination for this material, being therefore a good alternative to assist in improving the internal management of this type of waste in a farm and, with that, to promote environmental and economic improvements.

Keywords: Animal excreta, decomposition, stack, process.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagem de satélite da fazenda.....	12
Figura 2. Local escolhido para montagem das pilhas de compostagem.....	16
Figura 3. Área após ser capinada e nivelada.....	18
Figura 4. Delimitação da área para instalação da leira.....	18
Figura 5. Construção de canaletas e valas para escoamento do chorume.....	19
Figura 6. Inserção da bombona e da lona na área de instalação da leira.....	19
Figura 7. Irrigação da leira de compostagem.....	20
Figura 8. Configuração final da leira de compostagem.....	20
Figura 9. Temperatura X Relação C:N.....	21
Figura 10. Peneiramento do composto orgânico.....	24
Figura 11. Composto orgânico.....	24
Figura 12. Balança utilizada para pesagem do composto.....	25
Figura 13. Viveiro de maracujá.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atividades realizadas na fazenda.....	13
Tabela 2. Produção diária de esterco (fezes + urina), por animais de raças leiteiras, com 87,3% de umidade, 933 kg/m ³ de densidade e conteúdo em nutrientes.....	14
Tabela 3. Lista de materiais, ferramentas e insumos necessários para o projeto de compostagem.....	15
Tabela 4. Definição de datas.....	16
Tabela 5. Avaliação da temperatura.....	22
Tabela 6. Dias de reviramento das pilhas.....	23
Tabela 7. Avaliação do nível de umidade.....	23
Tabela 8. Custos dos materiais adquiridos para o projeto de compostagem.....	27
Tabela 9. Estrutura tarifária da CAERN.....	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGEITEC- Agência Embrapa de Informação Tecnológica.

CAERN- Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

PRODEEM- Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios.

UFRN- Universidade Federal do Rio Grande do Norte

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	09
2. OBJETIVO	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Caracterização da Área de Estudo	12
3.1.1 Atividades Realizadas na Fazenda	13
3.2 Delineamento da Pesquisa	13
3.3 Cuidados Iniciais	16
3.4 Capacitação Ambiental	17
3.5 Montagem da Pilha	17
3.6 Observação do Processo	21
3.6.1 Temperatura	21
3.6.2 Reviramento da Pilha	22
3.6.3 Umidade	23
3.7 Peneiramento e Pesagem do Composto Orgânico	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
4.1 Quantificação da Produtividade do Composto	25
4.2 Viabilidade Ambiental	26
4.3 Viabilidade Econômica	27
4.4 Percepção do Produtor	29
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1. INTRODUÇÃO

O manejo dos resíduos sólidos pode ser considerado como um desafio econômico e socioambiental, isso porque, além de se relacionar com a saúde pública, uma vez que compõe um dos quatro pilares do saneamento básico, passa por um grande conflito entre geração e reciclagem, pois a capacidade de geração de resíduos sólidos é maior que a de reciclagem pelos processos naturais. O desafio, portanto, diz respeito à necessidade de aproximar o modelo de desenvolvimento linear do homem ao sistema cíclico da natureza, para que dessa forma possamos nos desenvolver nesse aspecto e que esse desenvolvimento se faça de forma sustentável, visto que a busca do desenvolvimento a qualquer custo muitas vezes causa depredação, o que descaracteriza o desenvolver, sendo deste modo um retrocesso.

A geração de resíduos sólidos acompanha o homem na sua trajetória de desenvolvimento. Dentre os vários problemas ambientais e sociais criados pelo modelo de produção capitalista, um dos maiores relaciona-se com a produção de resíduos orgânicos. A grande quantidade desse material atrelado ao mau gerenciamento gera diversos problemas para a sociedade, amplos gastos, além de diversos danos ao meio ambiente. O volume de resíduos sólidos tem crescido assustadoramente, sobretudo nos países em desenvolvimento, o que tem causado uma necessidade urgente de buscar novas alternativas para a situação, dentro de uma visão abrangente e comprometida com a proteção ambiental (PEREIRA NETO, 1996).

Um problema de ordem social, econômica e ambiental, segundo VALENTE, *et al.* (2009), é o aumento da produção envolvendo produtos da pecuária que tem gerado uma quantidade elevada de resíduos sólidos e líquidos (subprodutos da atividade agropecuária). Desse modo, faz-se necessário adotar medidas para melhor utilização desses resíduos não apenas para a redução de despejo destes no meio ambiente, mas também para elevar a qualidade do solo e reduzir custos do produtor rural.

No tocante à produção de resíduo orgânico por parte das fazendas com atividades agropastoris, sabe-se da existência de um grande volume de esterco gerado pelos animais, o qual é um subproduto de grande importância, visto que ele pode ser utilizado como fertilizante em diversas culturas, permitindo dessa forma a ciclagem dos nutrientes bem como a melhoria da produtividade do solo em níveis adequados. Contudo, há necessidade

que esse material seja tratado, para que seja posteriormente destinado e disposto adequadamente. Isso, porém, ainda é uma realidade pouco explorada pelos produtores.

Dentre os animais de criação comumente presentes nas propriedades rurais brasileiras, os bovinos têm papel de destaque, visando às produções de leite e seus derivados, carne, ou ambas.

A criação de bovinos está amplamente disseminada por todo o nosso país, chegando, em 2015, a uma população total de 213.819.516 milhões de cabeças (MAPA, 2015), a qual varia em diferentes raças, em função da adaptabilidade às condições climáticas regionais ou em razão de objetivos econômicos esperados das respectivas criações.

De acordo com IBGE (2013), o efetivo de bovinos no Brasil situava-se em 211,764 milhões de cabeças no mesmo ano de 2013. Haja vista a ausência de estudos sobre a quantificação e composição dos esterco, SANTOS, *et al.* (2012), usou dados de 1985 para mostrar que um animal de raça leiteira com 227kg, por exemplo, produz um total de excremento de 0,019m³/dia, o qual possui quantidades consideráveis de nutrientes como nitrogênio, pentóxido de fósforo e óxido de potássio.

Percebe-se que o volume de esterco gerado é significativo, ficando evidente a dificuldade em destinar-se adequadamente o resíduo orgânico animal nas propriedades rurais, para que se tenha uma melhor preservação ambiental. Deve-se buscar o equilíbrio entre a produção das excretas animais e a preservação ambiental por meio de ações que possibilitem soluções adequadas para o tratamento desses resíduos orgânicos, que pode ser feito até mesmo dentro da propriedade.

Nesse contexto, o processo de compostagem aparece como uma questão de eficiência ecológica, por ser uma alternativa de melhor utilização de resíduos orgânicos, podendo ser usado como uma ferramenta eficaz na transformação do resíduo orgânico agropastoril em um fertilizante de boa qualidade para as plantas, pois como diz a Lei da Conservação das Massas pensada por Antoine Laurent de Lavoisier (1774): Na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.

A compostagem tem como finalidade a obtenção mais rápida e em melhores condições, da estabilidade da matéria orgânica. É um processo de decomposição pela ação de fungos, bactérias e outros microrganismos, que agindo em ambiente aeróbio, na

presença da água, transformam matéria orgânica em composto orgânico (húmus) (TEIXEIRA, *et al.*, 2004).

No processo de compostagem o que ocorre é a liberação de gás carbônico, de água – na forma de vapor – e de energia devido à ação dos microrganismos. Parte da energia é usada pelos microrganismos para crescimento e movimento, e a restante é liberada como calor, que se procura conservar na pilha de compostagem. Ao longo do processo, a pilha atinge uma temperatura elevada, resfria e atinge o estágio de maturação (KIEHL, 1985).

A decomposição da matéria orgânica, sob condições ótimas de umidade, aeração e temperatura resulta em um produto com boas características químicas, para ser usado no beneficiamento de solos agrícolas, de jardinagem, na recuperação de áreas degradadas, dentre outros usos (TEIXEIRA, 2004).

Segundo KIEHL 1998, a maturidade do composto ocorre quando a decomposição microbiológica se completa e a matéria orgânica é transformada em húmus.

O processo de adubação orgânica, além de utilizar resíduos cujo descarte causaria impactos ambientais, se desenvolve durante um longo tempo, isso porque a absorção dos nutrientes orgânicos envolve decomposição e mineralização, tornando a adubação orgânica uma fonte de nutrientes lenta e duradoura, capaz de melhorar, consideravelmente, as características físicas e biológicas do solo, podendo proporcionar ainda: redução do processo erosivo, maior disponibilidade de nutrientes às plantas, maior agregação de partículas do solo, aumento na retenção de água e na taxa de infiltração, menor diferença de temperatura do solo durante o dia e a noite e estimulação da atividade biológica (AGEITEC, 2016).

A partir da década de 1960 o modelo de agricultura moderna apresentou sinais de exaustão, isso porque a adubação química quando não aplicada de forma criteriosa é nociva ao solo e às plantas e, além disso, é poluente (SANTOS, 2016). Desse modo, fatores como a diminuição da fertilidade do solo, erosões, contaminação das águas pelos resíduos de agrotóxicos, foram determinantes para o surgimento da utilização de uma agricultura ecológica e orgânica (EHLERS,1996). A partir de então, o uso do composto orgânico produzido por meio da compostagem passou a representar um dos itens para a diferenciação da produção de modo a torná-la orgânica, além de ser um fato importante para o aumento da produtividade.

Na mesma linha, a compostagem mostra-se como uma prática muito importante para a melhoria e garantia da qualidade do solo, aumentando a produtividade das culturas desde a germinação, desenvolvimento da planta, até a produção vegetal em si (DINIZ FILHO, *et al.*, 2007).

Nesse contexto, percebe-se que a transformação de resíduos sólidos orgânicos agropastoris representa uma opção sustentável, trazendo para o produtor benefícios de ordem ambiental, social e econômica.

Por essa razão, é a bovinocultura, e seus dejetos, que estarão aqui sendo analisados.

2. OBJETIVO

Gerenciar os resíduos sólidos orgânicos agropastoris produzidos em uma fazenda, por meio da compostagem, de modo a trazer benefícios de ordem ambiental e econômica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido em uma fazenda ($5^{\circ} 38' 17''$ S; $35^{\circ} 43' 13,72''$ W) localizada na região do Mato Grande, Município de Bento Fernandes, com área de 167 hectares (Figura 1).

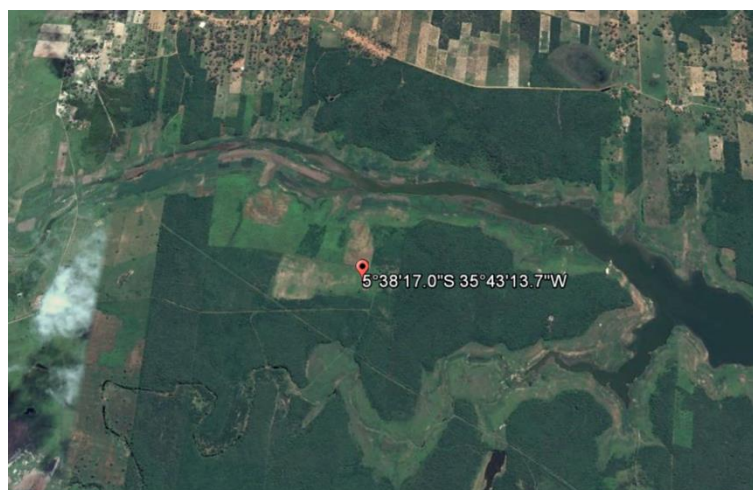


Figura 1. Imagem de satélite da fazenda. Fonte: GOOGLE EARTH.

O município possui um clima muito quente e semi-árido, com estação chuvosa atrasando-se para o outono, com uma precipitação pluviométrica normal anual de 522,5mm, temperatura média anual de 33°C e umidade relativa média anual de 75% (PRODEEM, 2005).

A vegetação dessa região é composta pela caatinga Hiperxerófila, marcada pelo caráter mais seco. Entre algumas espécies encontradas pode-se destacar a catingueira, angico, baraúna, juazeiro, marmeleiro, mandacaru, umbuzeiro e aroeira (PRODEEM, 2005).

Quanto às características geológicas, o município está inserido na Província da Borborema, está constituído por litótipos dos complexos João Câmara e Santa Cruz, rochas do Grupo Seridó, representado pela Formação Seridó, granitóides metaluminosos e peraluminosos e por depósitos colúvio-eluviais. O relevo possui altitudes de 100 a 200 metros e os solos predominantes são os Podzólico Vermelho Amarelo e Planosol Solódico (PRODEEM, 2005).

3.1.1. Atividades Realizadas na Fazenda

Na fazenda são desenvolvidas diversas atividades que, em conjunto, provocam alterações no meio ambiente. As principais estão listadas na Tabela 1.

Tabela 1. Atividades realizadas na fazenda.

CRIAÇÃO DE ANIMAIS		PRODUÇÃO AGRONÔMICA	
CRIAÇÃO	FINALIDADE	ALIMENTO	FINALIDADE
Bovinocultura	Comércio	Feijão verde	Consumo próprio
Avicultura	Comércio	Sorgo	Alimento animal
Cachorro	Segurança	Milho	Comércio

Por se tratar de uma fazenda que produz alimentos para consumo humano, todos os consumidores são interessados diretamente na qualidade da produção. Existe dentro da propriedade um caseiro contratado pelo proprietário da fazenda que reside no local, estando esse exposto cotidianamente aos eventuais problemas ambientais derivados das atividades desenvolvidas.

É importante ressaltar que dentro da propriedade passa um rio, e que algumas famílias que estão fora dos limites da fazenda utilizam-se deste recurso hídrico, tornando essas interessadas diretas na qualidade ambiental do local, isso porque sabe-se que existe um grande número de doenças transmitidas ao homem através das excretas de animais.

3.2. Delineamento da Pesquisa

A partir da primeira entrevista realizada com o proprietário percebeu-se que havia uma grande necessidade em se tratar o resíduo orgânico advindo das excretas dos animais.

Foi percebido que os resíduos orgânicos provenientes dos restos de alimentos não eram considerados preocupantes para o proprietário, isso porque esses praticamente não são produzidos, haja vista que as pequenas sobras servem de alimento para os animais existentes no local.

Portanto, pelo fato de não serem coletadas/aproveitadas, as excretas animais acabavam sendo dispostas no solo da fazenda, servindo como um adubo para o solo. Porém, notou-se uma preocupação por parte do proprietário no que se diz respeito aos possíveis danos causados por essa prática, no decorrer do tempo.

Dados disponíveis em estudo específico sobre raças leiteiras, de 1985, foi publicado por SANTOS, *et al.*, 2012, mostrando que a composição dos esterco é variável, sendo influenciada por diversos fatores (idade, espécie animal, raça, alimentação e material utilizado como cama), e obtiveram-se os dados mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Produção diária de esterco (fezes + urina), por animais de raças leiteiras, com 87,3% de umidade, 933 kg/m³ de densidade e conteúdo em nutrientes.

PESO DO ANIMAL (kg)	PRODUÇÃO TOTAL DO ESTERCO (m ³ /dia)	CONTEÚDO EM NUTRIENTES (g/dia)		
		(N)	(P ₂ O ₅)	(K ₂ O)
68	0,005	27,2	10,4	21,8
113	0,009	45,4	20,8	38,2
227	0,019	90,7	37,4	76,5
454	0,037	186	75,9	147,5
635	0,052	258,5	106	207,6

Fonte: MIDWEST PLAN SERVICE, 1985.

Da observação da Tabela 2 constata-se a presença de excelentes quantidades de nutrientes presentes no esterco de raças leiteiras. Devido à percepção de que as excretas advindas dos animais bovinos são as que existem em maior quantidade na fazenda, em comparação com a das outras espécies, e, sabendo ainda, que segundo SANTOS, *et al* (2010) esse tipo de material possui uma excelente composição de matéria orgânica (57,10%) e nitrogênio (1,67%) bem como uma boa relação carbono nitrogênio (32:1), foi

ele o escolhido para compor as pilhas de material orgânico juntamente com o material palhoso encontrado na área de estudo.

Diante da percepção do interesse do produtor em destinar corretamente as excretas dos animais bovinos existentes na fazenda, foi apresentado, em uma segunda reunião, o projeto de compostagem proposto para ser colocado em prática na propriedade do mesmo, abarcando aspectos econômicos e ambientais os quais seriam analisados para garantir a viabilidade de continuação do projeto referido.

Como a aceitação do proprietário foi imediata, logo em seguida começou-se a listagem e preparação do material necessário, para posterior aquisição (Tabela 3).

Tabela 3. Lista de materiais, ferramentas e insumos necessários para o projeto de compostagem.

QUANTIDADE	MATERIAL/FERRAMENTAS/INSUMO
1	Enxada
1	Pá grande
1	Ancinho
1	Carrinho de mão
1	Balança industrial
2	Lona plástica de 5m X 3m
1	Peneira de construção civil
1	Mangueira de 30m
2	Bombona circular
1	Barra de ferro
2	Tábua de madeira
1	Trena
2	Estaca de madeira de 3m
20	Saco de 50kg
1	Luva da construção civil
-	Esterco
-	Material palhoso

Após a disponibilização de todo o necessário para o início do projeto em questão, duas datas (Tabela 4) foram definidas, uma para construção da primeira leira e capacitação do caseiro e outra para que fosse feita a construção da segunda leira.

Tabela 4. Definição de datas.

ATIVIDADE A SER REALIZADA	DIA
Construção da primeira leira/capacitação com o caseiro	16/07/2016
Construção da segunda leira	30/07/2016

3.3. Cuidados Iniciais

Alguns cuidados iniciais foram tomados no planejamento da área onde as pilhas foram montadas.

Haja vista as necessidades requeridas no processo de compostagem, escolheu-se dois locais próximos de uma fonte de água e de fácil acesso tanto para descarregar o composto quanto para revirá-lo.

Outro ponto importante nos cuidados pré-execução do trabalho foi em relação à exposição das pilhas de compostagem aos agentes climáticos, isso porque segundo PENTEADO (2000) tal exposição pode fazer com que o composto perca seu poder nutritivo em até 50%.

Nessa perspectiva, o local escolhido (Figura 2) garantiu uma proteção ao composto quanto à ação dos ventos, insolação direta e chuvas.



Figura 2. Local escolhido para montagem das pilhas de compostagem. Fonte: GOOGLE EARTH.

3.4. Capacitação Ambiental

Para dar suporte ao processo de construção, operação e manutenção foi realizada uma capacitação com o caseiro da propriedade, a fim de torná-lo habilitado a entender o processo de compostagem como um todo, tornando-o colaborador importante na condução do trabalho.

Para isso, foi preparada uma apresentação dotada de imagens autoexplicativas no intuito de corroborar os resultados esperados através do estudo, e, desse modo, o encarregado pudesse visualmente entender o que aconteceria ao longo do processo de compostagem.

Ao fim da apresentação, foi entregue um manual de compostagem (Apêndice A) com linguagem acessível, o qual foi formulado através de uma revisão bibliográfica, contendo todas as informações necessárias para o entendimento técnico da compostagem, onde o mesmo foi detalhadamente explicado para o trabalhador.

3.5. Montagem da Pilha

A montagem do composto em pilhas proporciona uma melhor condução para a decomposição dos diferentes tipos de materiais, intercalando-se os mesmos em camadas. Tal configuração torna mais fácil a montagem e controla a proporção dos materiais utilizados. A decomposição esperada do material foi facilitada a partir da dimensão escolhida para a pilha, garantindo assim condições ótimas para a ação dos microrganismos.

Sabe-se que o tamanho da pilha é de suma importância para que sejam criadas condições adequadas de temperatura, facilitar o manejo e acelerar o processo. As leiras de base muito largas terão mais rapidamente um baixo nível de oxigênio no centro da pilha, havendo, desse modo, um decaimento da atividade microbiana e, conseqüentemente, um atraso na obtenção do composto final. Já as pilhas muito estreitas tornarão mais difícil a sobreposição de camadas até a altura desejada (SANTOS, *et al.*, 2010).

Sabendo que uma pilha de compostagem deve ter em média 1,5 metros de altura, de 2,0 a 2,5 metros de largura na base e que o comprimento é determinado em função da quantidade de material existente (SANTOS, *et al.*, 2010), nesse trabalho as pilhas tiveram 3,0 metros de comprimento, 2,0 metros de largura e 1,0 metro de altura.

A Figura 3 revela a área onde a primeira pilha (16/07/2016) ficou, onde o local foi inicialmente capinado e nivelado, para facilitar a montagem bem como para que o material fosse conservado.



Figura 3. Área após ser capinada e nivelada.

Em seguida, com o auxílio de uma trena, as medidas escolhidas foram delimitadas (Figura 4).



Figura 4. Delimitação da área para instalação da leira.

Tendo em vista que, ao longo da aplicação da técnica, era esperado que houvesse liberação de chorume, na preparação da área foi feita uma leve inclinação para facilitar a drenagem desse resíduo.

Posteriormente, as canaletas e valas (Figura 5) para escoamento e armazenamento do chorume foram feitas manualmente.



Figura 5. Construção de canaletas e valas para escoamento do chorume.

Dando continuidade à área de preparação para a instalação da leira, uma bombona foi inserida na vala (Figura 6), para que dessa forma houvesse a coleta do chorume, sem que o mesmo infiltrasse no solo, livremente. Esse chorume recolhido foi reintroduzido no processo de irrigação da leira, reduzindo, portanto, a quantidade de água utilizada ao longo do processo.

Ao fim da montagem, foi colocada uma lona com comprimento e largura maior que a pilha (Figura 6), para que dessa forma, parte da mesma conseguisse proteger o solo do contato com o chorume produzido pela pilha de compostagem e o restante serviria para eventualmente, cobri-la, em caso de fortes precipitações.



Figura 6. Inserção da bombona e da lona na área de instalação da leira.

As camadas distribuídas na montagem da pilha iniciaram com o material palhoso (Capim Elefante), para diminuir a perda de nitrogênio e outros nutrientes para o solo (SANTOS, *et al.*, 2010). A segunda camada foi constituída com o material rico em nitrogênio, no caso o esterco bovino, de acordo com a relação de volume adotado na

primeira camada. Ao longo do processo, cada camada foi irrigada (Figura 7) de maneira uniforme, visto que os microrganismos necessitam de água para se desenvolverem.



Figura 7. Irrigação da leira de compostagem.

A sequência de camadas foi repetida até que se atingiu a altura de 1,0 metro (Figura 8), haja vista que a partir dessa altura o manejo foi inviabilizado.



Figura 8. Configuração final da leira de compostagem.

Quatorze dias depois da montagem da primeira pilha de compostagem, uma segunda leira foi construída seguindo as mesmas técnicas e proporções da realizada anteriormente.

Segundo SOUZA & REZENDE (2006), a relação de Carbono:Nitrogênio na pilha de compostagem deve ser de aproximadamente 30:1, isso porque valores superiores a este podem diminuir o crescimento dos microrganismos devido à ausência de nitrogênio,

gerando como consequência demora na decomposição. Por outro lado, valores inferiores ao citado anteriormente provocam excesso de nitrogênio, acelerando portando a decomposição, mas em contrapartida ocasionando mau cheiro.

Na prática, a proporção dos materiais constituintes de uma pilha de compostagem deve ser de, aproximadamente, 70% de material fibroso e 30% de esterco (FILHO, *et al.*, 2007).

Nesse contexto, a fim de respeitar a proporção carbono:nitrogênio citada anteriormente, ao longo do processo de montagem de cada uma das pilha, foram adicionados 350kg de capim elefante, em dez camadas, e 150kg de esterco bovino, igualmente distribuída em nove camadas. Cada camada de capim elefante recebeu 35kg desse material e as camadas constituídas de esterco bovino continham 16,67kg em cada uma delas. Resultando um peso total, de cada uma das pilhas, de 500kg.

Para que o processo ocorresse de maneira satisfatória, o manejo foi um fator determinante, buscando-se condições ideais de umidade e temperatura.

3.6. Observação do Processo

3.6.1. Temperatura

De acordo com a Figura 9 observa-se que nas primeiras 24 horas posteriores à montagem de uma leira, a temperatura eleva-se rapidamente, atingindo valores em torno de 60°C (Fase 1), estabilizando nessa faixa por 60 dias (Fase 2). Logo depois a temperatura vai diminuindo gradativamente até alcançar a temperatura ambiente (Fase 3).

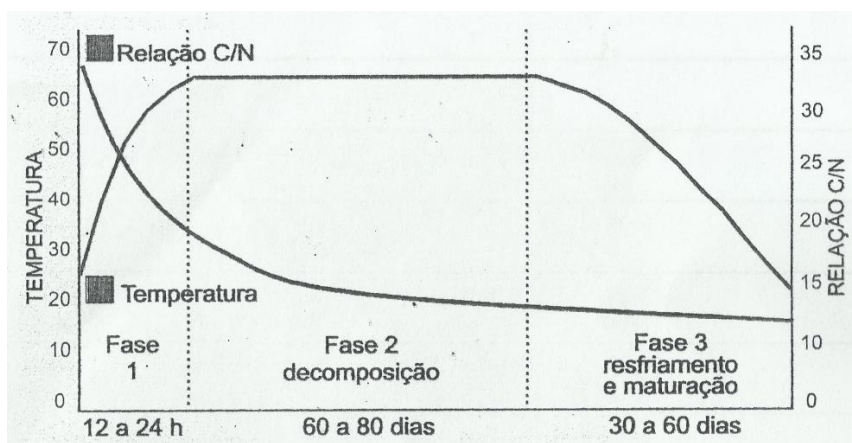


Figura 9. Temperatura X Relação C:N. Fonte: SANTOS, *et al.*, 2010.

A avaliação da temperatura foi monitorada por meio de uma barra de ferro, a qual foi introduzida diariamente nas pilhas por pelo menos uma hora. Com o auxílio da mão as temperaturas puderam ser aferidas em ambas as leiras, comparando-as com aquelas

recomendadas por SANTOS, *et al.* (2010). Vale salientar que o caseiro foi instruído a manusear a barra com muita cautela e (inicialmente) com o auxílio de uma luva, para que queimaduras não viessem a acontecer. A Tabela 5 informa as sensações térmicas que determinaram a temperatura nesse trabalho.

Tabela 5. Avaliação da temperatura.

SENSAÇÃO	AVALIÇÃO
Não aguenta segurar a barra de ferro por muito tempo	>45°
Segura a barra de ferro com facilidade	<45°
Possível colocar a mão na barra de ferro mesmo estando quente	Decomposição ocorre normalmente

Fonte: SANTOS, *et al.*, 2010.

Os valores de temperatura em ambas as pilhas foram cuidadosamente acompanhados e ao longo de todo o processo vieram acompanhando valores dentro da faixa estipulada por SANTOS, *et al.* (2010).

Após três meses, aproximadamente, do início da aplicação da técnica, notou-se que ambas as pilhas encontravam-se em temperatura ambiente, mostrando que o composto estava pronto para o processamento final e posterior utilização.

3.6.2. Reviramento da Pilha

A fim de homogeneizar os materiais constituintes das pilhas, dois dias após a montagem de cada uma delas, ocorreu o reviramento das mesmas.

Em seguida, o reviramento passou a ser feito a cada 15 dias, para que o gás carbônico liberado pelos microrganismos e o calor devido ao excesso de umidade pudessem ser liberados. A Tabela 6 informa os dias de reviramento de cada uma das pilhas.

Tabela 6. Dias de reviramento das pilhas.

DIAS DE REVIRAMENTO DA 1º	DIAS DE REVIRAMENTO DA 2º
PILHA	PILHA
18/07/2016	01/08/2016
02/08/2016	16/08/2016
17/08/2016	31/08/2016
01/09/2016	15/09/2016
16/09/2016	30/09/2016
01/10/2016	15/10/2016
16/10/2016	30/10/2016

3.6.3. Umidade

À medida que o processo de compostagem avançava, a umidade foi sendo medida apertando-se com a mão uma parcela do composto do centro da pilha. O nível de humidade foi avaliado de acordo com a Tabela 7.

Tabela 7. Avaliação do nível de umidade.

NÍVEL DE UMIDADE	RESULTADO
Baixa	Material esfarelado
Alta	Água pingando
Boa	Não pinga água e ao abrir a mão ela fica úmida sem que o material esfarele

Fonte: SANTOS, *et al.*, 2010.

Aproximadamente três meses após o início da compostagem percebeu-se, em ambas as pilhas, que o nível de umidade se encontrava em uma “boa configuração”, conforme classificação de SANTOS, *et al.* (2010).

3.7. Peneiramento e Pesagem do Composto Orgânico

Atingida a fase de maturação, todo o material resultante em ambas as leiras passou pelo processo de peneiramento manual (Figura 10), e posteriormente foi feita a pesagem do composto para que, desse modo, pudesse ser quantificada a produção final.



Figura 10. Peneiramento do composto orgânico.

A Figura 11 mostra como ficou o composto após o peneiramento.



Figura 11. Composto orgânico.

Feito o peneiramento, o composto foi colocado em sacos de Ráfia, os quais são feitos de polipropileno trançado e são ideais para armazenar o composto, haja vista que garantem a circulação de ar.

Para determinação do peso final do composto produzido, cada saco foi pesado em uma balança Balmak digital (Figura 12) da linha “Industrial Advanced” (classe III). Sabendo que a capacidade máxima dos sacos era de 50kg, foi colocado 40kg de composto em cada um deles, para que os mesmos pudessem ser fechados de forma mais segura.



Figura 12. Balança utilizada para pesagem do composto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Quantificação da Produtividade do Composto

Uma vez feita a pesagem do composto orgânico peneirado, pode-se quantificar o quanto foi produzido no total.

Sabe-se que durante o processo de compostagem ocorre uma redução significativa do volume das leiras, uma vez que a matéria orgânica está sofrendo degradação aeróbia a altas taxas e conseqüentemente sendo convertida a compostos voláteis, a gás carbônico e a água (PIMENTA, *et al.*, 2016).

Segundo PEIXOTO (1988), tal redução varia conforme o tipo e quantidade dos resíduos utilizados.

Como resultado desse processo, na primeira leira foram contabilizados um total de oito sacos e meio com 40kg cada, gerando como resultado 340kg de composto orgânico, advindos de um total de 500kg de insumos utilizados no início do processo. A segunda leira gerou nove sacos e meio, resultando em uma produção de 380kg oriundos também de 500kg iniciais.

Desse modo, ao longo de três meses e quatorze dias foram produzidos 720kg de composto orgânico.

4.2. Viabilidade Ambiental

Sabe-se que a utilização de forma direta do esterco é uma alternativa amplamente adotada para o suprimento de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, em áreas de agricultura familiar na região semi-árida e agreste do Nordeste do Brasil (MENEZES & SALCEDO, 2007).

Entretanto, segundo SILVA, *et al.*, (2007), aplicações contínuas de esterco no solo podem provavelmente propiciar o acúmulo de nutrientes o que, muito possivelmente, poderá provocar sua migração vertical na ocorrência de chuvas ou até mesmo pela irrigação.

Isso ocorre porque adições de matéria orgânica ao solo, na forma de esterco animal *in natura*, causam a diminuição da adsorção de P e aumentam a disponibilidade deste nutriente para as plantas (SANYAL & DE DATA, 1991).

GALVÃO, *et al.*, (2008) concluiu em seu estudo que a aplicação contínua de esterco proporcionou aumento significativo no pH e nos teores de todos os elementos analisados (carbono orgânico total, nitrogênio total, fósforo extraível, fósforo total, cálcio, magnésio e potássio) na camada de 0–20 cm. Os teores de P, Ca, Mg e K disponíveis dos solos adubados foram classificados como altos, segundo o manual de sugestão de adubação da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (1979), em decorrência dos aportes desses nutrientes pelo esterco. Outro resultado de relevância nesse estudo, diz respeito à migração vertical de alguns nutrientes e potencial de perdas por drenagem profunda, uma vez que parte do acúmulo de fósforo total, fósforo extraível, fósforo solúvel em água, K, Ca e Mg, foram encontrados nas camadas de 20–40 e 40–60 cm.

Nesse contexto, a utilização dos dejetos bovinos na compostagem, em detrimento do seu uso *in natura* no solo, traz diversas melhorias ambientais para o solo e a água, uma vez que a disposição desses dejetos não mais estará disponível da forma incorreta.

SANTOS (2016), por sua vez, diz que apesar de sua praticidade o adubo químico quando não aplicado da forma correta pode deteriorar o ecossistema. Outro fator que deve ser considerado é que o seu uso em larga escala e por um longo período, pode tornar o solo improdutivo. Sem falar na descapitalização do produtor, o qual necessita estar constantemente adquirindo tais produtos para usar em suas plantações. Há, ainda, o fato de que o uso de pesticidas agressivos pode acabar contaminando os produtos, o que, conseqüentemente, trará problemas para os consumidores. (SANTOS, 2016).

Vale ressaltar que um dos principais objetivos do adubo orgânico, oriundo da compostagem, é melhorar as propriedades do solo principalmente nos aspectos de fertilidade, estrutura, poder tampão, aumento da capacidade de troca catiônica, retenção de água e diminuição da temperatura (RICCI, *et. al.*, 2006).

O fertilizante orgânico contém nutrientes e oligoelementos que são liberados para o solo a um ritmo compatível com a necessidade das plantas, ao contrário do esterco aplicado de forma direta ou fertilizantes químicos, que disponibilizam os nutrientes de uma forma quase instantânea e não adaptada às necessidades nutricionais das plantas (MALVESTIO, *et. al.*, 2003).

Diversos trabalhos apresentam os efeitos benéficos da compostagem, tanto no solo como nas culturas, como por exemplo, corrigindo a acidez do solo, melhorando a absorção de nutrientes, fornecendo macro e micro elementos essenciais ao desenvolvimento vegetal (MARACAJÁ, *et al.*, 2006; ALVES & PASSONI, 1997; SANTOS, *et al.*, 2001; PEREIRA, *et al.*, 1988).

Diante do que foi exposto pode-se atestar que a compostagem é uma técnica ambientalmente benéfica para o meio ambiente, haja vista que a metodologia consegue formar um composto com características ótimas para aplicação em cultivos agrícolas, dando condições para o desenvolvimento das culturas sem que essa prática implique em danos para o meio em que a mesma esteja inserida.

4.3. Viabilidade Econômica

No que diz respeito aos materiais, ferramentas e insumos necessários para a execução do projeto de compostagem, uma vez que a fazenda estudada detinha grande parte dos mesmos, concluiu-se que pouco foi gasto nesse quesito. A Tabela 8 mostra os custos atrelados aos materiais de fato adquiridos.

Tabela 8. Custos dos materiais adquiridos para o projeto de compostagem.

MATERIAL	PREÇO	QUANTIDADE	CUSTO	TOTAL
Lona de 5m X 3m	R\$27,00	2	R\$54,00	R\$74,00
Saco de 50kg	R\$1,00	20	R\$20,00	

Outro custo envolvido, diz respeito ao consumo de água na irrigação das leiras, processo esse que ocorreu durante a: montagem das pilhas, onde cada camada recebia certa

quantidade de água; manutenção do material, em que a cada dois dias as leiras eram irrigadas; e, no revolvimento do resíduo orgânico.

Para que a análise desse custo fosse feita, foi cronometrado o tempo em que a mangueira ficava ligada durante tais processos, levando em consideração o tempo necessário para irrigar toda a leira, e posteriormente foi tirada a média desses valores, resultando em um tempo médio de irrigação de 50 segundos.

Posteriormente, foi quantificado o gasto de água nesse tempo, enchendo-se um recipiente no tempo previsto e, em seguida, obteve-se um gasto médio de 20L a cada 50 segundos, ou seja, ao longo de todo o processo, a cada uma das vezes que a mangueira foi utilizada para irrigar a pilha de compostagem, foram gastos 20L de água.

Para cada uma das pilhas a mangueira foi ligada: 10 vezes para a montagem da leira, quatro vezes a cada reviramento (uma vez que o lixiviado produzido também auxiliou nessa etapa), e uma vez a cada dois dias.

Desde o dia de montagem até o término da técnica, foi calculado que a primeira pilha necessitou usar a mangueira 80 vezes, obtendo um gasto de água de 1600L, ou seja, 1,60m³. Já a segunda, teve um requisito de 81 usos, necessitando, portando de 1620L de água, que corresponde a 1,62m³.

Considerando que o consumo de água total requerido pelas duas leiras foi de 3,22m³, obteve-se, de acordo com a estrutura tarifária da CAERN (Tabela 9), um valor de R\$35,01 a ser pago na conta de água referente a este consumo.

Tabela 9. Estrutura tarifária da CAERN. Fonte: CAERN, 2016.

FAIXA DE CONSUMO (m³/Eco/mês)	VALOR (R\$)
De 00 – 10	35,01
Excedente de 10 – 15	3,90
Excedente de 15 – 20	4,61
Excedente de 20 – 30	5,20
Excedente de 30 – 50	5,98
Excedente de 50 - 100	7,75
Excedente de 100	8,81

Diante dos cálculos explicitados anteriormente, o custo total empregado no projeto de compostagem foi avaliado em cerca de R\$109,01, representando desse modo, um valor bem apropriado para a realidade vivenciada no meio rural, isso porque, na maioria dos casos o poder aquisitivo dos produtores é limitado, o que muitas vezes acaba se agravando devido à dificuldade de acesso ao crédito agrícola e à elevada variabilidade na precipitação pluvial, que dependendo do caso pode pôr a perder uma produção inteira.

De acordo com o custo de produção encontrado, obteve-se que o quilograma do composto custou, em média, R\$0,15, portanto uma tonelada do mesmo custaria em torno de R\$150,00.

Para KAMIYAMA (2001), é necessário um homem/dia para a obtenção de uma tonelada de composto e 15 toneladas de composto correspondem a aproximadamente uma tonelada de adubos sintéticos, de modo que, adubar com composto orgânico pode ser de três a quatro vezes mais econômico do que adubar com adubos sintéticos.

Desse modo, infere-se que a prática dessa tipologia de aproveitamento se mostrou bastante rentável.

4.4. Percepção do Produtor

Passada toda a fase de execução do projeto de compostagem, foi discutido com o proprietário da fazenda acerca de qual destinação o produtor preferiria dar ao composto. As opções apresentadas foram: venda ou uso dentro da propriedade no cultivo agrícola.

Tendo sido discutido que o adubo produzido seria de usufruto da fazenda, definiu-se que o mesmo seria usado em um viveiro (Figura 13), previamente construído para o cultivo de maracujá.



Figura 13. Viveiro de maracujá.

Dado o interesse do produtor na fabricação e posterior utilização do composto orgânico na propriedade, o projeto de compostagem, se estenderá, para que se tenha um respaldo da utilização do fertilizante na produção do maracujá.

Uma das resultantes do trabalho foi a satisfação do produtor, o qual verdadeiramente percebeu um beneficiamento ambiental com a gestão dos resíduos orgânicos agropastoris da fazenda, bem como conseguiu comprovar, na prática, que terá de fato um ganho econômico, devido à utilização do composto dentro da propriedade, em detrimento da adubação com esterco *in natura* e da química.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compostagem de resíduos orgânicos em um país com as características do Brasil reveste-se de grande importância e necessidade. Trata-se de uma medida que atende a vários objetivos, dentre eles destacam-se: os ambientais (controle da poluição e da contaminação), os econômicos (incentivo à redução de custos com adubação) e agrícolas (incentivo à agricultura familiar).

As características tropicais do país, associadas à grande produção diária de resíduos orgânicos nas comunidades rurais brasileiras, fazem da compostagem um dos processos com grande viabilidade de uso.

O trabalho mostrou que o manejo sustentável do solo é uma prática relativamente simples, a qual aproveita os restos de culturas e os dejetos de origem bovina. Sendo, portanto, de extrema importância, pois garante um destino apropriado a esse material, preservando o ambiente e possibilitando seu uso dentro da propriedade, fato que representa uma redução significativa nos custos atrelados a compra de fertilizantes químicos (AMORIM, 2005), isso porque a adubação orgânica comparada a química reduz os custos de três a quatro vezes (KAMIYAMA, 2001), sendo portanto muito rentável, além de sustentável, pois melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

A viabilidade econômica aqui analisada aponta a prática da compostagem como uma técnica de baixo custo atrelado, uma vez que o valor empregado para produção de 720kg de composto orgânico foi de aproximadamente R\$109,01, representando um valor de R\$0,15 por quilograma.

Desse modo, conclui-se que a compostagem, quando realizada de forma adequada, é de fato uma boa alternativa para auxiliar no melhoramento da gestão interna desse tipo de

resíduo em uma fazenda e, com isso, promover melhorias ambientais e econômicas, auxiliando, assim, ações futuras em prol do adequado tratamento e disposição do esterco animal em propriedades rurais que passem pelo mesmo problema de geração versus destinação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGEITEC- Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2016. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_37_711200516717.html>. Acesso em: 25 de abril de 2016.

AMORIM, A. C.; LUCAS JÚNIOR, J.; RESENDE, K. T. **Compostagem e vermicompostagem de dejetos de caprinos: efeito das Estações do ano**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.1, p.57-66, 2005.

ALVES, W. L.; PASSONI, A. A. **Composto e vermicomposto de lixo urbano na produção de mudas de oiti (Licania tomentosa (Benth)) para arborização**. Pesquisa Agrop. Bras. Brasília, v. 32. p. 1053-1058, 1997. Acesso em: 12 de agosto de 2016.

CAERN- Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte. **Estrutura tarifária**. Disponível em: <<http://si.caern.com.br/gsan/exibirConsultarEstruturaTarifariaPortalCaernAction.do>>. Acesso em: 07 de setembro de 2016.

DINIZ FILHO, E. T., *et al.* **A prática da compostagem no manejo sustentável de solos**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 2, n. 2, p. 27-36, 2007. Disponível em: <<http://gvaa.org.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/41/41>>. Acesso em: 02 de setembro de 2016.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Livros da Terra, 1996. Acesso em: 01 de setembro de 2016.

GALVÃO, S. R. da S., *et al.* **Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino.** Revista Pesquisa. Agropecuária Brasileira, Brasília, v.43, n.1, p.99-105, janeiro de 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v43n1/a13v43n1.pdf>>. Acesso em: 20 de outubro de 2016.

GOOGLE EARTH. Disponível em: < <https://www.google.com/earth/>>. Acesso em: 10 de abril de 2016.

GURSE, J.C.; ZULIAN, A.; ÁVILA, V.S.; DORR, A.C.; ROSSATO, M. V. **Usina de compostagem: uma opção econômica e sustentável.** V(7), nº 7, p. 1326-1334, março-agosto, 2012. Disponível em: <http://web-resol.org/textos/usina_de_compostagem_-_uma_opcao_economica_e_sustentavel.pdf>. Acesso em: 20 de abril de 2016.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. de. **Abastecimento de água para consumo humano.** UFMG, 2006. 859 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=XFnnhzqetCoC&pg=PA169&lpg=PA169&dq=contamina%C3%A7%C3%A3o+da+%C3%A1gua+devido+a+excreta+animal&source=bl&ots=Hw6qxb60hs&sig=KsH5iACvCuVKKV5rEsW8z8BpgnU&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwiM_67f9NDMAhUHipAKHd0ABDcQ6AEIQjAI#v=onepage&q=contamina%C3%A7%C3%A3o%20da%20%C3%A1gua%20devido%20a%20excreta%20animal&f=false>. Acesso em: 03 de maio de 2016.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de pecuária municipal.** Vol 41. Rio de Janeiro. 2013. Acesso em: 01 de maio de 2016.

KAMIYAMA, A. **Compostagem: aproveitamento de resíduos na propriedade.** Rev. Bras. Agrop. n.9, p.60. 2001. Acesso em: 10 de setembro de 2016.

KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto.** Piracicaba, 1998. Acesso em: 14 de maio de 2016.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p. Acesso em: 22 de maio de 2016.

LOUREIRO, D.C.; AQUINO, A.M.; ZONTA, E.; LIMA, E. **Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.42, n.7, p.1043-1048, jul. 2007. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/7664/4583>>. Acesso em: 20 de abril de 2016.

MALVESTIO, A.C; PIRES, C.S; HERG, F. W. K.M; CAPESTRONI, G. M. **Manual básico de compostagem**. Manual adaptado de MEIRA, A. M.; CAZZONATTO, A. C.; SOARES, C. A. Piracicaba- SP, USP recicla, 2003. Acesso em: 15 de setembro de 2016.

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Dados de rebanho bovino e bubalino no Brasil**. 2015. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Dados%20de%20rebanho%20bovino%20e%20bubalino%20do%20Brasil%202015_site.pdf>. Acesso em: 23 de abril de 2016.

MARACAJÁ, P. B.; MARQUES, F. das. C.; SOUZA, A. H.; PEREIRA, T. F. C.; DINIZ, E. T. F. **Crescimento de plantas de hortelã sob doses de vermicomposto em dois tipos de solos**. *Revista Verde*, Mossoró. v. 1, n. 2, p. 10-15. julho./dezembro de 2006. Acesso em: 24 de setembro de 2016.

MENEZES, R.S.C. & SALCEDO. I.H. **Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.361-367, 2007. Acesso em: 15 de outubro de 2016.

MIDWEST PLAN SERVICE. **Dairy housing and equipment handbook**. 14.ed. Ames Iowa: Iowa State University, 1985. cap.8, p.1-15. (MWPS-7). Acesso em: 20 de abril de 2016.

PEIXOTO, E. T. G. **Compostagem: opção para o manejo orgânico do solo**. Londrina: IAPAR, 1988. 48p. (Circular, 57). Acesso em: 12 de setembro de 2016

PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica – Normas e técnicas de cultivo**. Campinas, SP. Editora Grafimagem, 110p. 2000. Acesso em: 20 de setembro de 2016.

PEREIRA, E. B.; CARDOSO, A. A.; VIEIRA, C.; LOURDES, E. G. **Efeitos do composto orgânico sobre a cultura do feijão**. Revista Ceres, Viçosa, V. 35, P. 182-198, 1988. Acesso em: 27 de agosto de 2016.

PEREIRA NETO, J.T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo**. Belo Horizonte: UNICEF, 1996. 56p. Acesso em: 19 de agosto de 2016.

PIMENTA, A. F.; MARQUES, V. da. C.; JÚNIOR, I. T.; BOSCO, T. C. D.; BERTOZZI, B.; MICICHELS, R. N. **Temperatura e redução de massa e volume em processo de compostagem de resíduos orgânicos domiciliares e poda de árvores**. XIV ENEEAmb, II Fórum Latino e I SBEA – Centro-Oeste, 2016. Disponível em: <<http://soac.unb.br/index.php/ENEEAmb/ENEEAmb2016/paper/viewFile/4980/1267>>. Acesso em: 20 de setembro de 2016.

PONTES, J. R. M.; CARDOSO, P. A. **Usina de Reciclagem e Compostagem de Lixo em Vila Velha: Viabilidade Econômica e a Incorporação de Benefícios Sociais e Ambientais**. Fortaleza: XXVI ENEGEP, 2006. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_tr520346_8490.pdf>. Acesso em: 20 de abril de 2016.

PRODEEM- Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios. **Diagnóstico do município de Bento Fernandes**. Recife, Setembro de 2005. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/hidrologia/mapas_publicacoes/atlas_digital_rhs/rgnorte/relatorios/BEFE019.PDF>. Acesso em: 01 de outubro de 2016.

RIBEIRO, F.S. **Os Possíveis Impactos Ambientais Causados pelo Aumento do Lixo Rural**. USP. 2010. Acesso em: 06 de outubro de 2016.

RICCI, M. dos. S. F.; NEVES, M. C. M.; AGUIAR, E. de. L. M. **Agroecologia Sistemas de Produção**. Embrapa . 2ª Ed. Dez. 2006. Acesso em: 24 de setembro de 2016.

SANTOS, A. Y. de. O. **Gestão de resíduos orgânicos: construção e manejo de leiras de compostagem**. V Semagrária, Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ), 26 de abril de 2016.

SANTOS, I.A. dos.; NOGUEIRA, L. A. H. **Estudo energético do esterco bovino: seu valor de substituição e impacto da biodigestão anaeróbia**. Revista Agroambiental – Abril de 2012. Disponível em: <<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/viewFile/373/369>>. Acesso em: 05 de maio de 2016.

SANTOS, R. H. S., *et al.* **Compostagem: preparo, utilização e comercialização**. SENAR, Brasília, 2010, 70 pg, 2. ed. Acesso em: 01 de junho de 2016.

SANTOS, R. H. S.; SILVA, F. da; CASALI, V. W. D.; CONDE, A. R. **Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface**. Pesquisa Agrop. Bras., Brasília, v. 36, p. 1395-1398, 2001. Acesso em: 09 de agosto de 2016.

SANYAL, S. K. & DATTA, S. K. **Chemistry of phosphorus transformations in soil**. Advances in Soil Science, 16:1-20, 1991. Acesso em: 19 de setembro de 2016.

SILVA, T.O.; MENEZES, R.S.C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H.; SILVEIRA, L.M. **Adubação orgânica da batata com esterco e/ou Crotalaria juncea. I - Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31, p.39-49, 2007. Acesso em: 10 de outubro de 2016.

SO BIOLOGIA. **Lei da conservação da massa.** Disponível em: <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Oitava_quimica/reacaoquimica4.php>. Acesso em: 02 de novembro de 2016.

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

TEIXEIRA, L.B.; GERMANO, V.L.C.; OLIVEIRA, R.F. de; FURLAN JÚNIOR, J. **Processo de compostagem, a partir de lixo orgânico urbano, em leira estática com ventilação natural.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 8p. (Embrapa Amazônia Oriental, Circular Técnica, 33).

TEIXEIRA, R.F.F. **Compostagem.** In: HAMMES, V.S. (Org.) Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, v.5, p.120-123. Acesso em: 05 de outubro de 2016.

VALENTE, B. S., *et al.* **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos.** Arch. Zootec., v. 58, p. 59-85, 2009. Disponível em: <http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/07_18_48_1395REVISIO NFatore>. Acesso em: 20 de abril de 2016.

APÊNDICE A - Manual de Compostagem

MANUAL DE COMPOSTAGEM

Preparo do composto



O QUE É A COMPOSTAGEM?

A compostagem é um processo que transforma resíduos como esterco animal, restos de alimentos e folhagens em um adubo orgânico.

O composto orgânico melhora o rendimento das culturas, isso porque ele fornece nutrientes às plantas, fazendo com que se tenha um melhoramento das condições químicas, físicas e biológicas do solo.



MONTAGEM DA PILHA

A decomposição do material acontecerá de acordo com a dimensão escolhida para a pilha, garantindo assim condições ótimas para a ação dos microrganismos.

O tamanho da pilha é importante para que sejam criadas condições adequadas de temperatura, facilitar o manejo e acelerar o processo.

As pilhas devem ter em média 1,5 metros de altura, de 2 a 2,5 metros de largura na base e o comprimento é determinado em função da quantidade de material existente.

A área onde as pilhas ficarão serão capinadas para que a montagem se torne mais fácil e o material seja conservado.

As camadas distribuídas na montagem da pilha iniciarão com o material palhoso, para diminuir a perda de nitrogênio e outros nutrientes para o solo e a segunda camada será constituída do material rico em nitrogênio, no caso o esterco dos animais bovinos.

Ao longo do processo as camadas serão irrigadas de maneira uniforme, porque os microrganismos necessitam de água para se desenvolverem. A quantidade de água usada deve ser o suficiente para molhar uniformemente a camada, sem causar escorrimento.

OBSERVAÇÃO DA TEMPERATURA

Nas primeiras 24 horas posteriores a montagem da leira, a temperatura eleva-se rapidamente, atingindo valores em torno de 60°C, estabilizando nessa faixa por 60 dias. Logo depois a temperatura vai diminuindo gradativamente até alcançar a temperatura ambiente.

A avaliação da temperatura será monitorada por meio de uma barra de ferro, a qual será introduzida diariamente na pilha por pelo menos 1 hora e com a mão a temperatura será sentida. As sensações determinarão a temperatura:

SENSAÇÃO	AVALIAÇÃO
Não aguenta segurar a barra de ferro por muito tempo	>45°
Segura a barra de ferro com facilidade	<45°
Possível colocar a mão na barra de ferro mesmo estando quente	Decomposição ocorre normalmente

Nos dois primeiros meses deseja-se que a temperatura fique acima de 45°C, para indicar que o processo está ocorrendo da forma correta.

Após esse tempo a temperatura deve diminuir naturalmente.

Após 90 a 120 dias, o composto deverá estar pronto, ou seja, a pilha ficará em temperatura ambiente.

REVIRAMENTO DA PILHA

A cada 15 dias será realizado o reviramento da pilha. O revolvimento é a transferência da pilha de um lugar para o outro. Quando isso é feito ocorre:

- Eliminação do gás e acumulado pelos microrganismos;
- Entrada de ar na pilha;
- Dissipação de calor e do excesso de umidade (se houver).

A área onde o reviramento será feito deve ser capinada e marcada com as dimensões da pilha. O primeiro reviramento deve ser feito após 3 dias da montagem para que o material seja misturado.

Durante o processo de revolvimento material deverá ser irrigado.

Caso sejam notado o surgimento de ervas daninhas na pilha, elas devem ser retiradas para que não haja comprometimento do composto final.

VERIFICAÇÃO DA UMIDADE

Chegando próximo dos três meses em que o processo de compostagem estiver ocorrendo, a umidade será medida apertando-se com a mão uma parcela do composto do centro da pilha. O nível de humidade será avaliado de acordo com a tabela abaixo:

NÍVEL DE UMIDADE	RESULTADO
Baixa	Material esfarelado
Alta	Água pingando
Boa	Não pinga água e ao abrir a mão ela fica úmida sem que o material esfarele

SOLUÇÕES PARA OS POSSÍVEIS PROBLEMAS

Durante o processo de compostagem, fatores como temperatura, umidade e aeração deverão ser controlados no momento em que se faz o revolvimento da pilha, da seguinte forma:

PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO
Pilha com baixa temperatura, quando deveria estar com alta	Composto muito seco	Revire a pilha e adicione água
	Composto com excesso de umidade	Revire a pilha deixando que ela vá secando
	Composto rico em carbono (folhagens)	Revire a pilha, adicionando material rico em nitrogênio (esterco)
	Pilha muito compactada	Revire a pilha
	Baixa atividade microbológica	Adicionar à massa de compostagem uma certa quantidade de material inoculante (rico em microrganismos)
	Pilha pequena (largura e altura)	Aumente o tamanho da pilha, ou isole-a lateralmente
Cheiro de podre	Umidade em excesso	Revire a pilha deixando-a secar
	Compactação	Revire a pilha
Cheiro de amônia (banheiro sujo)	Excesso de nitrogênio (esterco)	Adicione material palhoso (rico em carbono)
Atração de moscas e mosquitos	Umidade em excesso	Revire a pilha deixando-a secar
	Falta de oxigênio	Revire a pilha
Temperatura muito elevada	Alta atividade microbológica	Compacte a pilha batendo com a enxada e pisoteando

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SANTOS, R. H. S., *et al.* **Compostagem: preparo, utilização e comercialização.** SENAR, Brasília, 2010, 70 pg, 2. ed. Acesso em: 01 de junho de 2016.

LAR NATURAL. **Faça compostagem e transforme lixo em adubo.** Disponível em: <<https://lar-natural.com.br/com-compostagem-transforme-lixo-em-adubo/>>. Acesso em: 01 de junho de 2016.