

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GEOVANA KOIKE KOUMEGAWA

**MAPEAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DO COMPOSTO
ORGANOMINERAL**

DOURADOS

2018

GEOVANA KOIKE KOUMEGAWA

**MAPEAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DO COMPOSTO
ORGANOMINERAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção. Universidade Federal da Grande Dourados. Faculdade de Engenharia. Orientadora: Professora Doutora Fabiana Raupp.

DOURADOS

2018

GEOVANA KOIKE KOUMEGAWA

**MAPEAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DO COMPOSTO
ORGANOMINERAL**

Trabalho de conclusão de curso como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção na Universidade Federal da Grande Dourados, pela comissão formada por:

Orientadora: Prof. Dra. Fabiana Raupp
FAEN – UFGD

Prof. Dr. Rogério da Silva Santos
FAEN – UFGD

Prof. Dra. Lôide Agelini Sobrinha
FAEN - UFGD

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar aos meus pais que são meus exemplos de vida e que sempre acreditaram no meu potencial, me apoiaram e me incentivaram em minhas decisões, buscando o melhor para mim.

Aos meus irmãos, amigos e namorado, que acompanharam minha jornada acadêmica e me apoiaram sempre que precisei, não permitindo que pensamentos ruins se desenvolvessem.

Aos meus colegas de turma que compartilharam comigo muitas experiências boas e ruins e que me ensinaram a trabalhar em equipe.

Aos professores que são os pilares da minha formação acadêmica, que me ensinaram muito durante essa jornada, principalmente a professora Dr. Fabiana Raupp que não hesitou em me orientar e me ajudar sempre que precisei com muito profissionalismo.

RESUMO

A economia brasileira vem crescendo nos últimos anos acompanhada pelo aumento do consumo e conseqüentemente pelo aumento da geração de resíduos. Neste contexto, os resíduos são gerados por diversos tipos de atividades, a agroindústria é um ramo que merece atenção especial. A sensibilização ambiental vem se expandindo de forma rápida e por isso a agroindústria sucroalcooleira encontra-se num cenário muito favorável. A torta de filtro é um dos resíduos que pode ser utilizado como subproduto na compostagem para a produção de adubo orgânico, o que o torna um produto de grande valia para a parte agrícola da agroindústria. O objetivo deste trabalho foi mapear o processo produtivo do composto para propor a implementação na empresa em questão. Para isso foi utilizada a técnica de mapeamento de fluxograma de processos e através de todas as informações obtidas e geradas pelo mapeamento foi possível verificar situações críticas no processo utilizado pela empresa terceirizada e propor melhorias à elas para que a implantação seja mais eficiente. As melhorias propostas foram relacionadas à proliferação de moscas, à falta de controle, à água resíduária, e etc. E por fim foram apresentadas etapas de implantação a serem seguidas e também um plano de ação para algumas propostas de melhorias.

PALAVRAS-CHAVE: Compostagem, resíduo, torta de filtro.

ABSTRACT

The Brazilian economy has been increasing in the last years, accompanied by the increase of consumption and consequent to the increase of the generation of waste. In this context, waste is generated by various types of activities, an agro-industry and a branch that deserves special attention. Environmental awareness has been expanding rapidly and therefore the sugar and alcohol agroindustry is in a very favorable scenario. A filter cake is one of the residues that can be used as a by-product in the composition for the production of organic fertilizer, which makes a product of great value for an agricultural part of the agroindustry. The objective of this work is to create a production process for an implementation in the company in question. In addition, the technique of flowchart mapping of processes and all information, such as information obtained and generated by the mapping, was verified for a problem. As proposed improvements to the proliferation of flies, lack of control, waste water, etc. Finally, implementation and follow-up steps were presented, as well as a plan of action for some improvement proposals.

KEYWORDS: Composting, residues, filter cake.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação do sistema de leiras revolvidas.	19
Figura 2. Representação do sistema de leiras estáticas aeradas.	20
Figura 3. Exemplo de fluxograma e simbologia utilizada.	26
Figura 4. Fluxograma atual do processo de compostagem de uma leira.	33
Figura 5. Realização do revolvimento com o compostador.	34
Figura 6. Realização da adição de insumos através da calcareadora.	35
Figura 7. Apresentação dos montes de cinza.	36
Figura 8. Apresentação do armazenamento de insumos.	37
Figura 9. Apresentação do sistema de prioridade.	38
Figura 10. Água residuária.	39
Figura 11. Representação do esquema de distribuição de torta e cinza.	40
Figura 12. Termômetro para medir a temperatura da leira.	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Comparativos de vantagens e desvantagens dos sistemas.	21
Quadro 2. Plano de ação 5W2H.....	44
Quadro 3. Plano de ação 5W2H (parte 2).	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

MMA - Ministério do Meio Ambiente

PROSAB - Programa de Pesquisa em Saneamento Básico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Caracterização do tema.....	12
1.2. Definição do problema.....	13
1.3. Objetivos.....	13
1.3.1. Geral	13
1.3.2. Específico.....	13
1.4. Justificativa	14
1.5. Estrutura do trabalho	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1. Resíduos orgânicos.....	16
2.2. Torta de filtro	16
2.3. Compostagem.....	17
2.4. Sistemas de compostagem.....	18
2.5. Vantagens e desvantagens dos sistemas	20
2.6. Composto organomineral	22
2.7. Benefícios do composto organomineral	22
2.8. Fósforo no solo.....	22
2.9. Estrutura do pátio.....	23
2.10. Mapeamento de processos.....	23
2.11. Técnicas de mapeamento de processos	24
2.11.1. Fluxograma	25
3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	27
3.1. Fundamentação metodológica.....	27
3.2. Classificação da pesquisa.....	27
3.3. Procedimentos.....	28
3.3.1. Caracterização da metodologia utilizada	28
3.3.2. Desenvolvimento da pesquisa	28
3.3.3. Método de análise de dados.....	28

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS	30
4.1. Apresentação da empresa	30
4.3. Apresentação do processo produtivo.....	30
4.3.1. Materiais utilizados para a produção de uma leira de composto	30
4.3.2. Dados de produção	31
4.3.3. Equipamentos.....	31
4.3.4. Forma de pedido de insumos	32
4.3.5. Sistema de compostagem utilizado	32
4.3.6. Fluxograma	32
4.4. Análise crítica da situação atual	36
4.5. Propostas de melhorias	39
4.5.1. Fluxo de informação	39
4.5.2. Desperdício	40
4.5.3. Proliferação de moscas	40
4.5.4. Turno noturno	41
4.5.5. Falta de controle e planejamento.....	41
4.5.6. Acúmulo de águas residuárias.....	42
4.5.7. Custo de transporte e material.....	42
4.6. Etapas de implantação.....	42
4.7. Plano de ação	43
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1. INTRODUÇÃO

1.1. Caracterização do tema

A taxa de crescimento da economia brasileira vem aumentando constantemente nos últimos anos acompanhada pelo alto consumo. Com a alta do consumo consequentemente cresce a geração de resíduos e nesse contexto, os resíduos industriais vêm sendo depositados de forma inadequada no Brasil (PAIXÃO et al., 2011). A agroindústria é um ramo que está em constante desenvolvimento e por isso merece uma atenção especial.

Segundo a CONAB (2017), o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo e tem estimado para a safra de 2017/2018, uma produção de 647,6 milhões de toneladas. Para a região centro oeste estima-se uma produção de 136,17 milhões de toneladas, uma das maiores produtoras do país. Com as constantes campanhas de conscientização ambiental, principalmente relacionadas ao esgotamento dos recursos não renováveis geradores de efeitos desastrosos ao aquecimento global, a agroindústria sucroalcooleira encontra-se num cenário muito favorável, sendo considerada uma alternativa para o setor de biocombustíveis devido ao seu potencial de produção do etanol.

A agroindústria sucroalcooleira, por sua vez, é também produtora de elevadas quantidades de resíduos orgânicos que, nos últimos anos, têm sido vistos com atenção na agricultura como adubo orgânico e fertilizantes. Dentre os resíduos produzidos destaca-se a torta de filtro, que é um resíduo obtido através da mistura do bagaço moído da cana e o lodo da decantação, advindo do processo de tratamento e clarificação do caldo da cana (JUNIOR, et al; 2011).

Anualmente cerca de 320 bilhões de litros de vinhaça, 88 milhões de toneladas de torta de filtro e 92 milhões de toneladas de bagaço são produzidos nas agroindústrias produtoras de açúcar e álcool. Com o crescimento do interesse da população em expandir de forma consciente as alternativas de fontes energéticas, este setor deve crescer consideravelmente nos próximos anos (SPADOTTO, 2008).

Alguns resíduos apresentam substâncias de valor, que se forem reutilizados da forma adequada podem ser transformados em matéria prima para processos secundários segundo Pelizer, Pontieri, Moraes (2007).

A torta de filtro é um resíduo que pode ser utilizado no processo de compostagem, onde, ao invés de ser destinado de forma inadequada, em que muitas vezes é lançado indiscriminadamente no solo, é aproveitado como insumo para a produção do composto (ALVARENGA & QUEIROZ, 2009).

1.2. Definição do problema

O processo de produção da compostagem é uma atividade importante para a empresa, uma vez que, se aproveita os resíduos gerados da produção de etanol e açúcar da indústria para a produção de compostos que são utilizados como adubo no setor agrícola.

Um dos trabalhos do engenheiro de produção é justamente analisar os processos produtivos de qualquer tipo de produção para analisá-lo de forma detalhada para realizar a implementação. A pergunta a ser respondida é: Como detalhar o processo produtivo e melhorá-lo de forma que dê para trazer o entendimento a todos os envolvidos da empresa?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

Mapear o processo de compostagem propondo melhorias e implementação na empresa.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Fazer o fluxograma do processo;
- Propor possíveis melhorias;

- Propor a implementação da atividade na empresa.

1.4. Justificativa

O aumento da produção de cana-de-açúcar tem como consequência o aumento da produção de resíduos, que analisado corretamente pode se tornar um desafio vantajoso às agroindústrias. Os resíduos podem proporcionar boas oportunidades, se bem gerenciado e aproveitado, como a diminuição de custos, de riscos ambientais, oportunidades de negócio e além de melhorar a imagem da empresa frente a sociedade.

Segundo Alvarenga e Queiroz (2009), diante das informações das consequências ambientais das atividades sucroalcooleiras, é de relevada importância abordar sobre o assunto e as possíveis alternativas de produção mais limpa. A torta de filtro, advinda da mistura do lodo de decantação, originário a partir do processo de clarificação do açúcar e do bagaço moído, e da cinza, gerada da queima do bagaço na produção de energia nas caldeiras, na produção de composto para adubação pode ser considerado uma dessas alternativas.

A importância da reutilização desses resíduos para a compostagem não é relacionada apenas ao grande volume em que é produzido, mas também da economia de insumos fertilizantes e adubadores. Segundo Silva e Ribeiro (1995) citados por Júnior et al. (2011), o cultivo contínuo de cana-de-açúcar afeta as propriedades químicas do solo, e a adição de forma adequada da torta de filtro pode melhorar essas propriedades, podendo ser considerado como importante fator de produtividade agrícola.

Segundo Paixão et al. (2011) o adequado gerenciamento de resíduos sólidos industriais tem grande importância na expansão adequada da infraestrutura econômica e social do país. Pela questão econômica a Política Nacional de Resíduos Sólidos, obriga as empresas a reconhecer o valor econômico e ambiental dos resíduos, através dos 3R's (redução, reuso e reciclagem).

1.5. Estrutura do trabalho

A estrutura do trabalho é composta por:

Capítulo 1: neste capítulo está apresentada a introdução do trabalho, composta pela caracterização do tema, definição do problema, objetivos e a justificativa.

Capítulo 2: neste próximo capítulo está apresentado o referencial teórico, na qual aborda-se os principais conceitos utilizados no trabalho.

Capítulo 3: no terceiro capítulo é explicada a metodologia adotada para a realização do trabalho.

Capítulo 4: neste capítulo apresenta-se a empresa e o empreendimento analisado, as análises críticas e as propostas de melhorias.

Capítulo 5: no último capítulo trata-se da análise e resultados obtidos, com as propostas de melhorias ao processo já existente e propostas de controle do processo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Resíduos orgânicos

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2017), os resíduos orgânicos representam cerca de 50% dos resíduos sólidos gerados no Brasil. Esses resíduos podem ser tratados em escala doméstica até a escala industrial. Os resíduos orgânicos são basicamente restos de animais ou vegetais descartados pelas atividades do homem. Sua origem é diversificada, podendo ser doméstica, industrial, de saneamento básico, e etc. São materiais que se degradam naturalmente e reciclam nutrientes, porém, se não tiverem disposição final adequada podem ser considerados prejudiciais ao meio ambiente devido ao grande volume gerado.

Ainda segundo o Ministério do Meio Ambiente (2017), a disposição final inadequada produz chorume, emite gases de efeito estufa e favorece a proliferação de vetores de doenças, sendo assim, é evidente a necessidade de métodos de tratamento desses resíduos para que se torne um produto de valor ambiental e econômico.

2.2. Torta de filtro

A torta de filtro é um resíduo da indústria sucroalcooleira, originária dos filtros rotativos após a extração da sacarose residual da borra. A cada tonelada de cana moída produz-se cerca de 40 quilos de torta. Sua composição varia de acordo com a variedade da cana, tipo de solo, maturação da cana, processo de clarificação do caldo (NARDIN, 2007). A torta pode ser rica em cálcio, fósforo, cobre, ferro, zinco e nitrogênio.

Segundo Penatti (1991) a torta de filtro possui altos valores de matéria orgânica. Esta matéria orgânica presente na torta, traz alguns benefícios à cana, sendo eles:

- Presença de micronutrientes;
- Os minerais nela contidos estão menos sujeitos a lixiviação;
- Aumento da CTC (capacidade de retenção de cátions) dos solos;
- Capacidade de reter maiores quantidades de água;

- Propicia melhores condições físicoquímicas e microbiológicas para o desenvolvimento da planta.

Almeida Júnior et al. (2011) afirmam que a aplicação de torta de filtro como composto proporciona melhoria na fertilidade do solo devido ao aumento de seus teores de macro e micronutrientes e à redução dos teores de alumínio, o que promove a correção da acidez do solo. Ainda segundo os autores, a cana tem uma resposta favorável ao uso da torta de filtro para adubação.

2.3. Compostagem

A compostagem é considerada destinação final ambientalmente adequada para os resíduos, é utilizada a muito tempo para reaproveitamento e estabilização dos resíduos orgânicos, sendo uma alternativa viável de processamento do material orgânico. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2017), a compostagem é o processo de degradação dos resíduos orgânicos de forma controlada sob condições aeróbicas.

O composto orgânico, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2002), é produzido pela ação de fungos, bactérias e outros microorganismos, que agindo em ambiente aeróbio com a presença de água, transformam a matéria orgânica em composto orgânico (húmus).

Segundo Gouveia (2012), a compostagem tem basicamente duas fases. Na primeira fase, chamada de bioestabilização, acontece a eliminação das bactérias patogênicas com temperaturas que podem alcançar 65°C, obtendo-se o composto semicurado. Na segunda fase, chamada de humificação, as temperaturas devem estar em torno de 30°C e é quando se obtém o composto curado. No processo de compostagem deve-se reproduzir condições ideais para favorecer e acelerar o processo de forma segura, essas condições ideais dependem de alguns fatores que tem influência direta por isso devem ser controlados, sendo eles:

- Umidade: deve ser controlada para ficar em torno de 50% na fase de bioestabilização e de cerca de 40% na fase de final, pois afeta diretamente o metabolismo dos organismos que fazem a fermentação;

- Aeração: na aeração é fornecido o oxigênio para a decomposição da matéria orgânica através das bactérias. É realizada através do revolvimento, que idealmente deve ser realizado a cada 3 dias, que além de aerar, também diminui a temperatura da leira;
- Temperatura: na fase de bioestabilização deve-se manter o composto em até 65°C e na segunda fase em torno de 30°C a 35°C. A temperatura influencia na aceleração do processo, de acordo com a atividade dos micro-organismos;
- Nutrientes: a relação de Carbono/Nitrogênio varia muito nas etapas de compostagem, no qual o carbono é fonte de energia para as atividades dos micro-organismos e por isso deve ser mais elevado que a quantidade de nitrogênio;
- Potencial hidrogeniônico (pH): é o fator que influencia diretamente a fermentação, e deve estar entre 7,5 e 9 ao final do processo de compostagem;
- Relação C/N: Os microrganismos necessitam de nitrogênio para realizar síntese de proteínas e de carbono como fornecedor de energia, por isso é um fator que caracteriza o equilíbrio dos substratos.

Durante o revolvimento, o composto entra em contato com a atmosfera que por sua vez é rica em oxigênio e isso permite suprir a necessidade de aeração do processo biológico.

2.4. Sistemas de compostagem

Segundo a PROSAB (1999) existem muitos sistemas de compostagem que se diferenciam pelas tecnologias de implantação, que podem ser simples e manuais ou altamente técnicos. Um composto de boa qualidade pode ser produzido independente do sistema de compostagem utilizado, e por isso a alternativa escolhida deve ser adequada à situação. Existem três sistemas de compostagem, sendo eles:

Sistema de leiras revolvidas (*windrow*): neste sistema a mistura dos resíduos é disposta em forma de leiras ao ar livre que são revolvidas para ocorrer a aeração. Durante a compostagem, as leiras devem ser revolvidas no mínimo três vezes por semana. É o sistema mais utilizado nos processos de compostagem de indústrias e funciona conforme o seguinte esquema apresentado na Figura 01.

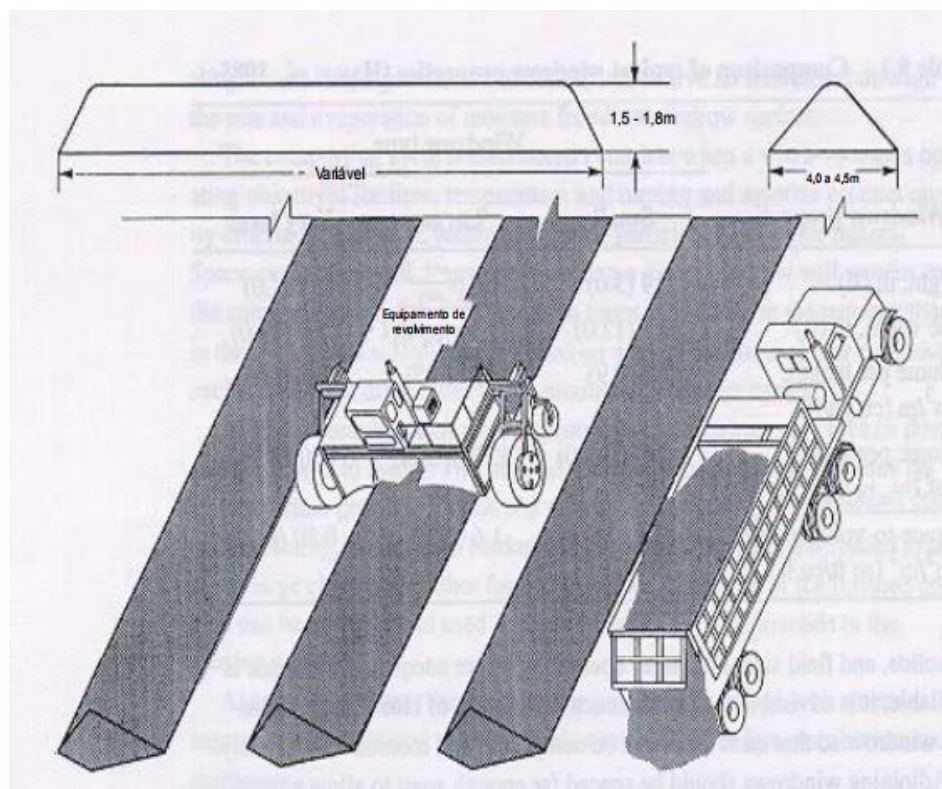


Figura 1. Representação do sistema de leiras revolvidas.

Fonte: PROSAB, 1999.

Sistema de leiras estáticas aeradas (*static pile*): neste sistema a mistura é colocada sobre uma tubulação perfurada que é conectada a um soprador industrial que injeta o ar no composto sob pressão ou por sucção, não necessitando de revolvimento. A mistura permanece estática até a finalização da etapa de bioestabilização. Funciona conforme a Figura 02 a seguir.

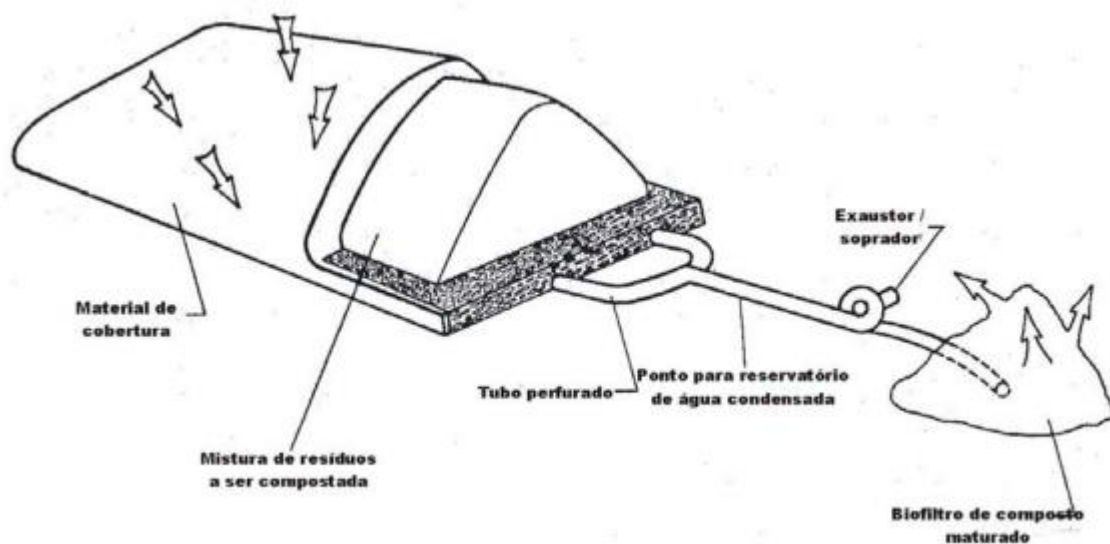


Figura 2. Representação do sistema de leiras estáticas aeradas.

Fonte: PROSAB, 1999.

Sistema fechado ou reatores biológicos (*in-vessel*): neste sistema a mistura é colocada dentro de sistemas fechados, que realizam controle dos fatores influenciadores do processo. A aeração é feita sob pressão que é monitorada de forma a adequá-la às necessidades do processo. É o sistema mais mecanizado e por isso um dos mais custosos.

2.5. Vantagens e desvantagens dos sistemas

Um composto de boa qualidade pode ser produzido independente do sistema utilizado. A escolha deve ser feita considerando-se critérios técnicos e econômicos. A seguir, no Quadro 01, estão apresentadas as vantagens e desvantagens de cada sistema.

Quadro 1. Comparativos de vantagens e desvantagens dos sistemas.

Sistema de compostagem	Vantagens	Desvantagens
Leiras revolvidas	• Baixo investimento inicial; • Flexibilidade de processamento de volumes variáveis; • Simplicidade; • Composto de qualidade; • Rápida secagem da mistura devido ao revolvimento.	• O monitoramento da aeração deve ser cauteloso; • Necessidade de área grande; • Odor mais difícil de ser controlado; • Dependente do clima.
Leiras estáticas aeradas	• Baixo investimento inicial; • Melhor controle de odores; • Fase de bioestabilização rápida; • Melhor controle de temperatura e aeração; • Melhor uso da área disponível.	• Dependente do clima; • Necessidade de bom dimensionamento do sistema de aeração e controle dos aeradores durante a compostagem.
Reatores biológicos	• Menor área utilizada; • Melhor controle do processo de compostagem; • Independe do clima; • Fácil controle de odores; • Potencial para recuperação de energia térmica.	• Alto investimento inicial; • Dependência de sistemas altamente mecanizados (elevado custos de manutenção); • Risco de erro difícil de ser reparado, seja por mal dimensionamento ou tecnologia inadequada; • Menor flexibilidade para tratar de volumes variáveis.

Fonte: PROSAB (1999), adaptado pelo autor.

2.6. Composto organomineral

De acordo com a legislação brasileira, composto organomineral é um produto resultante do enriquecimento da matéria orgânica com nutrientes minerais. A produção e uso de adubos organominerais vem sendo expandida no Brasil como consequência do aumento da produção de resíduos orgânicos, sejam eles da criação de suínos e aves ou de agroindústrias sucroalcooleiras (MARTINS et al.; 2016).

Porém, segundo a PROSAB (1999) o composto organomineral não deve ser considerado como um substituto do adubo mineral, mas sim como uma melhoria ao adubo para que os nutrientes minerais incorporados ao composto sejam melhor aproveitados pela planta.

2.7. Benefícios do composto organomineral

O benefício do composto organomineral para o solo não é apenas por fornecer nutrientes, mas principalmente por modificar as propriedades físicas e biológicas. Ele melhora a estrutura do solo, aumentando sua capacidade de absorver e reter água, favorece a atividade microbiana, eleva a capacidade de troca de cátions do solo, permite estabilizar a acidez do solo, entre outros (OLIVEIRA et al.; 2004).

2.8. Fósforo no solo

O fósforo é encontrado em concentrações muito baixas em solos tropicais e subtropicais, e isso se torna um limitante para o desenvolvimento de algumas culturas, uma vez que, as plantas se nutrem através da retirada necessária de fósforo do solo. O fósforo tem a função de acelerar a formação de raízes, aumentar o teor de carboidratos, ajudar na fixação de nitrogênio, e etc. A aplicação do composto organomineral fornece de forma significativa o fósforo (Pavinato; Rosolem, 2008).

2.9. Estrutura do pátio

Segundo Oliveira et al. (2004) o local para montagem das leiras de matérias-primas deve ser limpo e ligeiramente inclinado, para que ocorra o escoamento de águas, deve ser próximo das lavouras onde será utilizado o composto, deve ter área suficiente para suportar a quantidade de composto a ser produzido e deve possuir espaço suficiente entre as leiras para circulação das máquinas de revolvimento e dos tratores e caminhões.

Segundo Paixão et al. (2011), necessita-se de uma portaria para controlar entradas e saídas de insumos e produtos finais; de um escritório pequeno para controlar as operações e facilitar a comunicação; de um laboratório para analisar alguns parâmetros como a quantidade de nutrientes, a presença de metais pesados e análises microbiológicas; de vestiários e instalações sanitárias e refeitório em caso de pátios de compostagem de grande porte; de áreas cobertas e impermeabilizadas para estocar os insumos; de asfalto, concreto ou com a terra compactada no pátio; de um sistema de drenagem para captar as águas de chuva e o chorume gerado da secagem do resíduo; de um galpão para guardar as máquinas se forem permanentes; e, de uma pequena oficina para manutenção se for conveniente. Porém não existe legislação adaptada para a implantação do pátio de compostagem.

2.10. Mapeamento de processos

Processo pode ser definido como uma sequência de atividades no tempo e espaço, com começo e fim, entradas e saídas (OLIVEIRA et al, 2009). Para Pinho et al. (2007), o processo integra pessoas, ferramentas e métodos, visando executar uma sequência de atividades com a finalidade de transformar entradas em saídas.

O mapeamento de processos é uma ferramenta gerencial analítica e de comunicação, que têm por finalidade identificar problemas e oportunidade de melhorias para processos existentes ou implantar uma nova estrutura de processo produtivo (CORREIA, 2002).

Segundo Pinho et al. (2007) a análise de processo permite formular e propor um gerenciamento e oferecer melhorias aos processos existentes. No desenvolvimento de possíveis soluções e melhorias no processo, existem quatro enfoques a serem considerados, que são:

- Eliminar as atividades desnecessárias;
- Combinar atividades;
- Alterar a sequência de atividades;
- Simplificar atividades essenciais.

2.11. Técnicas de mapeamento de processos

Muitas são as técnicas de mapeamento de processo, sendo assim, é imprescindível selecionar a técnica adequada ao que se necessita. Conforme Mello e Salgado (2005), as técnicas mais utilizadas são:

- Fluxograma de processo: é uma técnica que desenha o fluxo do processo de maneira simplificada com a finalidade de transmitir melhor entendimento e posterior identificação de melhorias (MELLO e SALGADO, 2005);
- Mapa de processo: é uma técnica para representar um processo de forma compactada, através de uma simbologia simples e padronizada, com o intuito de facilitar sua compreensão e posterior melhoria (BARNES, 1982);
- Mapofluxograma: consiste em uma representação do processo disposto sobre a planta do local onde é desenvolvido (BARNES, 1982).

Independente da técnica utilizada, alguns passos devem ser seguidos para realizar o mapeamento (CORREIA, 2002):

1. Definição das principais entradas e saídas e dos colaboradores envolvidos;
2. Entrevistas com os responsáveis pelas atividades do processo e estudo do material disponível;
3. Formulação de um modelo com base nessas informações adquiridas nos itens 1 e 2.

A técnica selecionada para o presente estudo foi a de fluxograma do processo por apresentar de forma mais detalhada e ao mesmo tempo simples para proporcionar entendimento entre todos os envolvidos. Além de tornar possível o reconhecimento de oportunidades de melhorias. Tal técnica é melhor descrita a seguir.

2.11.1. Fluxograma

O fluxograma é uma ferramenta de mapeamento de processo que tem como objetivo tornar melhor a compreensão por parte de todos os envolvidos e melhorar a visão sobre possíveis melhorias.

O gráfico do fluxo representa as diversas atividades que ocorrem durante o processo todo, na qual se diferencia os tipos de atividades como realização da atividade, inspeção, transporte, espera, etc. Ou seja, é uma descrição sequencial que mostra quais atividades podem ser feitas simultaneamente (MELLO; SALGADO, 2005).

Cada tipo de atividade é representado por símbolos em formatos geométricos e lineares.

- Retângulo: representa as operações;
- Losango: representa uma tomada de decisão (geralmente sim ou não);
- Linhas e Setas: indicam para onde o fluxo está fluindo.

A Figura 03 a seguir mostra um exemplo de fluxograma de um processo industrial frequentemente usado e sua simbologia.

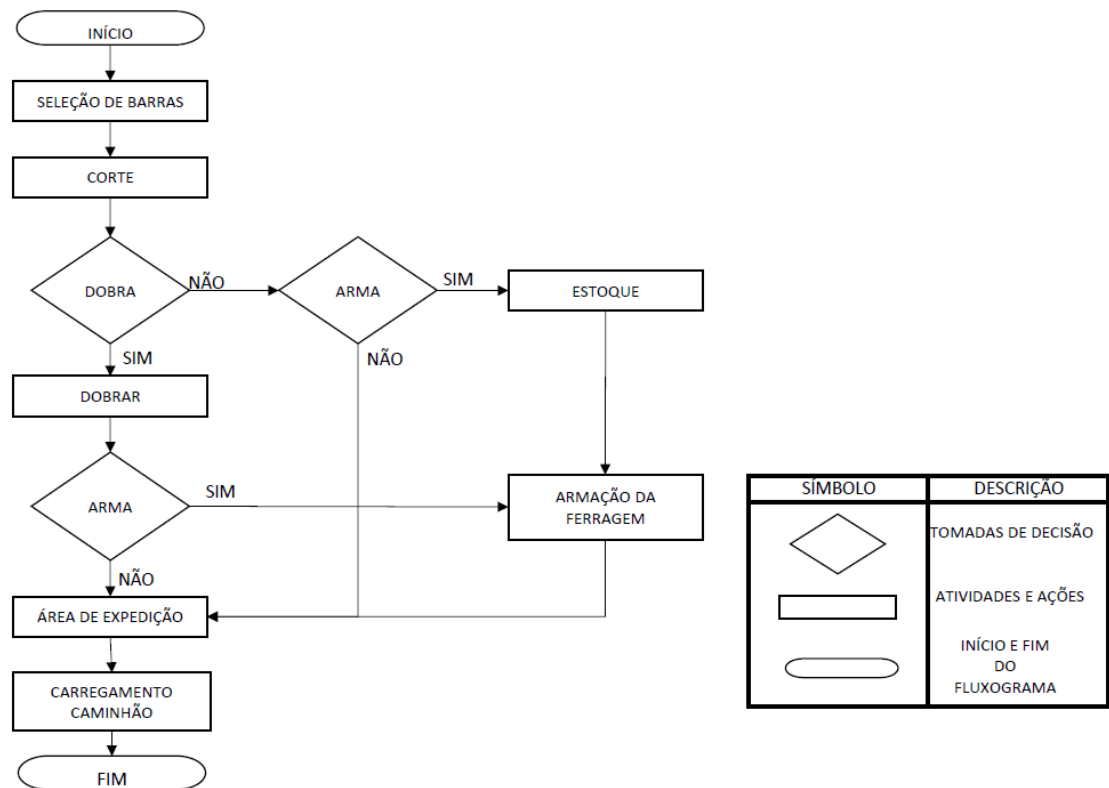


Figura 3. Exemplo de fluxograma e simbologia utilizada.

Fonte: Pinho et. al (2007).

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

3.1. Fundamentação metodológica

Segundo Fachin (2005) o método é um instrumento que proporciona aos pesquisadores uma facilidade para o planejamento da pesquisa, ou seja, é a escolha de procedimentos para descrever e interpretar um estudo. Toda pesquisa deve ser baseada em procedimentos metodológicos que conduzem o seu desenvolvimento adequado. A pesquisa foi baseada em um problema que não se tem informações para resolvê-lo.

3.2. Classificação da pesquisa

Existem várias formas de se classificar uma pesquisa, as clássicas são: do ponto de vista da sua natureza, do ponto de vista da forma de abordagem do problema e do ponto de vista de seus objetivos (Gil, 1991).

Do ponto de vista da sua natureza esta pesquisa pode ser classificada como pesquisa aplicada, pois tem como objetivo elaborar conhecimentos para serem aplicados na solução de problemas. Este estudo aplicou os conhecimentos sobre processos e fluxogramas para gerar dados e informações quanto às oportunidades e melhorarias do processo de produção do composto.

Os dados foram adquiridos por meio de entrevistas com os envolvidos, e as informações obtidas foram analisadas e organizadas de forma que melhore a visualização dos problemas e das suas possíveis soluções e melhorias.

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema esta pesquisa pode ser classificada como qualitativa, uma vez que, foram utilizados vários tipos de informações e dados.

E do ponto de vista dos objetivos pode ser classificada como exploratória, pois o objetivo deste tipo de pesquisa foi proporcionar maior conhecimento sobre o problema para formular hipóteses ou torná-lo mais explícito. Seu planejamento é flexível e isso possibilita a consideração de vários fatores relacionados ao estudo.

3.3. Procedimentos

3.3.1. Caracterização da metodologia utilizada

O presente estudo é caracterizado como estudo de caso para a realização dos procedimentos técnicos, pois segundo Gil (2002) o estudo de caso é uma categoria de pesquisa que consiste em estudos profundos e exaustivos de forma que seu conhecimento seja vasto e detalhado. Para Fachin (2005) este método leva-se em consideração o entendimento, como um todo, do assunto pesquisado. Quando o estudo é muito profundo pode-se aparecer fatores que poderiam não ser descobertos. A presente pesquisa assume a forma de estudo de caso (Gil, 2002).

3.3.2. Desenvolvimento da pesquisa

Para o desenvolvimento da pesquisa o método selecionado para a realização do estudo de caso, foi o de entrevistas não estruturadas e visitas técnicas ao local de produção. As entrevistas foram feitas com os envolvidos no processo de compostagem de acordo com as dúvidas que surgiram conforme eram organizadas as informações e as visitas ao pátio em estudo foram realizadas para observá-lo e assim obter informações e dados de acordo com a revisão bibliográfica sobre os conceitos abordados para a construção do fluxograma do processo.

As entrevistas foram realizadas de forma informal diretamente com os operadores das máquinas e com o responsável por eles. Nessas entrevistas foram esclarecidas algumas dúvidas sobre o processo atual dos terceiros, para desenvolver um processo melhorado para a implementação na empresa.

3.3.3. Método de análise de dados

Os dados foram obtidos através das observações proporcionadas pelas visitas ao pátio, das entrevistas não estruturadas realizadas com a empresa terceirizada e das

informações teóricas disponíveis em forma de arquivos e livros. Essas informações e dados foram organizados por assunto e analisados de forma detalhada para o desenvolvimento da pesquisa.

Em relação ao processo as informações e dados serviram para o desenvolvimento do fluxograma de compostagem e também para enxergar os problemas e as possíveis melhorias no processo utilizado pela empresa terceirizada, para assim propor a implantação de um processo produtivo mais eficiente.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Apresentação da empresa

A empresa em estudo está situada no município de Caarapó, no estado de Mato Grosso do Sul. É uma empresa totalmente brasileira e voltada para o segmento agrícola, possui 70 anos de atuação no ramo. Suas operações agrícolas são estimadas em 4,3 milhões de toneladas de cana-de-açúcar e emprega diretamente cerca de 2 mil e 300 colaboradores e indiretamente em torno de 2 mil e 500 pessoas.

4.2. Apresentação do processo produtivo

Atualmente o processo existente é realizado por empresa terceirizada. As informações que correm dentro do processo produtivo não são passadas para a empresa em estudo e por isso existem muitas falhas e também muitas melhorias a serem feitas. O processo produtivo possui muitas oportunidades de melhorias devido à existência de situações críticas.

Para o carregamento da torta de filtro, a empresa disponibiliza 3 caminhões caçamba (25 m³) e tem uma produção diária de aproximadamente 800 toneladas. Para o carregamento de cinza utiliza-se 2 caminhões caçamba (14 m³) terceirizado pela indústria e tem produção diária de aproximadamente 450 toneladas.

Para mensurar de forma mais precisa o processo no presente estudo, utilizou-se a proporção realizada em uma leira de composto. A leira produzida atualmente não apresenta padrões planejados e definidos, portanto escolheu-se uma leira para utilizar no estudo, ela possui aproximadamente 150 toneladas de composto, cerca de 90 metros de comprimento e a distância entre uma leira e outra varia entre 3 a 4 metros.

4.2.1. Materiais utilizados para a produção de uma leira de composto

Os materiais utilizados para a produção de uma leira de composto final, somando os insumos para os distintos compostos são:

- Torta de filtro: utiliza-se aproximadamente 150 toneladas, é o material orgânico para a formação do composto;
- Cinza: utiliza-se aproximadamente 150 toneladas, é o material que auxilia na secagem da torta e na redução da proliferação de moscas (prejudiciais ao gado próximo à usina);
- Aditivo 1: (rocha enzima): utiliza-se aproximadamente 7,3 litros do aditivo diluído em 1.300 litros de água, é um aditivo que acelera a compostagem;
- Aditivo 2: (rocha enzima): utiliza a mesma proporção do aditivo 1, é um reforço para aceleração da compostagem;
- Aditivo 3: (rocha enzima): utiliza a mesma proporção do aditivo 1, último reforço antes do composto ir para a expedição;
- Cloreto de potássio: utiliza-se 27kg/metro totalizando aproximadamente 2,43 toneladas, para enriquecer o composto para plantio;
- Rocha fosfática: utiliza-se aproximadamente 32kg/metro totalizando cerca de 2,88 toneladas, para enriquecer o composto para o plantio e para soqueira;
- Ureia: utiliza-se aproximadamente 17kg/metro totalizando cerca de 1,53 toneladas, para enriquecer o composto para soqueira.

4.2.2. Dados de produção

Os dados de produção utilizados pelos terceiros são: 2 turnos por dia, 12 horas por turno com 2 horas de almoço/janta e trabalha-se 6 dias por semana.

4.2.3. Equipamentos

Os equipamentos utilizados no processo produtivo são:

- Compostador (implemento tracionado por trator): é o equipamento que realiza o revolvimento e no processo atual possui disponibilidade de dois compostadores;
- Pá carregadeira: é o equipamento que carrega as cinzas até as leiras de torta, arruma as leiras e carrega o composto nos caminhões caçamba, com disponibilidade de duas pás;

- Caminhão caçamba: é o equipamento que carrega e descarrega torta, cinza e composto;
- Calcareadora (implemento tracionado por trator): é o equipamento que realiza a adição dos aditivos e insumos de enriquecimento e no processo atual possui disponibilidade de duas calcareadoras;
- Trator: é o equipamento que traciona os implementos (calcareadora e compostador).

4.2.4. Forma de pedido de insumos

Não há um planejamento dos pedidos dos insumos, atualmente realizam os pedidos de acordo com a necessidade.

4.2.5. Sistema de compostagem utilizado

O sistema utilizado atualmente é o de leiras revolvidas (*windrow*), sendo considerado o mais simples, a mistura da torta e cinza é disposta em leiras que são periodicamente revolvidas.

A aeração acontece através do revolvimento em que o composto que estava no interior da leira entra em contato com a atmosfera, o que permite suprir a necessidade de aeração por um período curto, e por isso realiza-se vários revolvimentos.

Apesar das vantagens dos outros sistemas de compostagem, o sistema já utilizado é o mais recomendado no momento, pois tem como vantagem baixo investimento inicial e a empresa não dispõe de alto orçamento para a atividade, além de proporcionar flexibilidade de processamento de volumes variados, composto de qualidade e principalmente simplicidade no processo.

4.2.6. Fluxograma

No estudo elaborou-se um fluxograma do processo de compostagem, conforme a Figura 04 a seguir.

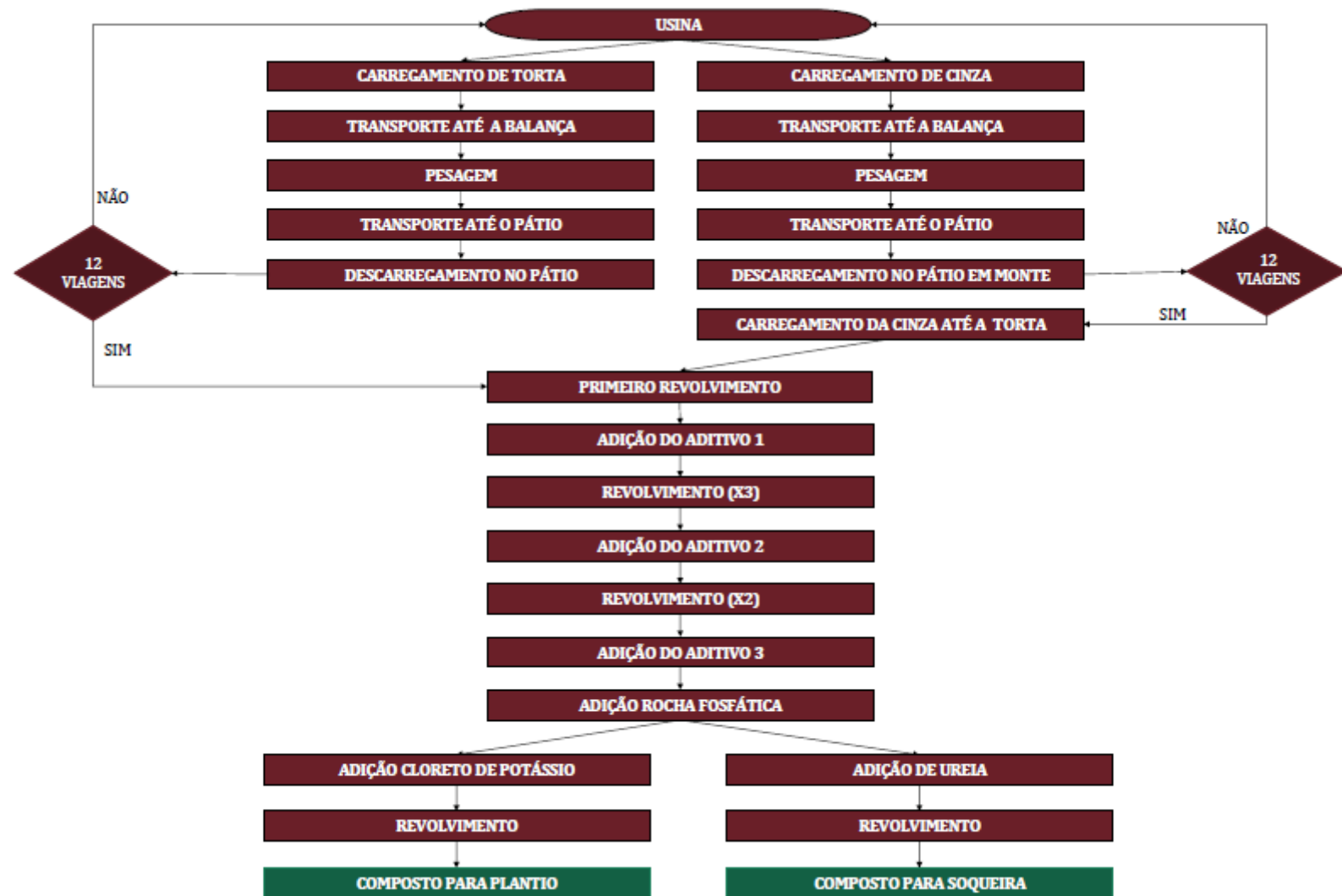


Figura 4. Fluxograma atual do processo de compostagem de uma leira.

Fonte: Própria autora.

A primeira etapa do fluxo, é quando o caminhão caçamba é carregado com cerca de 12,5 toneladas de torta direto da bica na usina e 12,5 toneladas de cinza, que é a cinza produzida na queima do bagaço de cana para geração de energia na caldeira. Para formar uma leira completa necessitam-se de 150 toneladas de torta e 150 toneladas de cinza, e para isso realiza-se 12 viagens de carregamento de cada um. Cada viagem passa pela balança para obter o valor correto de toneladas necessárias para a formação da leira e para que se atinja a proporção atual de 1:1.

A torta e a cinza são descarregadas no pátio, onde a torta é descarregada em forma de fileira linear e a cinza em forma de montes. Com a pá carregadeira leva-se a cinza até a torta enquanto outra pá carregadeira auxilia a organização da fileira.

E então, realiza-se o primeiro revolvimento através do compostador conforme mostra a Figura 05 a seguir.



Figura 5. Realização do revolvimento com o compostador.

Fonte: Própria autora.

Após o primeiro revolvimento adiciona-se o aditivo 1, realiza-se 3 revolvimentos a cada 7 dias e adiciona-se o aditivo 2. Após a adição do aditivo 2 realiza-se mais 2 revolvimentos a cada 7 dias e no sexto revolvimento adiciona-se o aditivo 3. A partir dessa etapa há dois tipos de produtos que podem ser feitos, o composto para soqueira e o composto para plantio. No caso do composto para plantio são adicionados o cloreto de potássio e a rocha fosfática, para por fim realizar o sétimo revolvimento e o produto estará pronto para expedição e aplicação. No caso do composto para soqueira é adicionada a uréia e a rocha fosfática por último e após o sétimo revolvimento estará pronto para uso. A adição dos insumos é realizada de acordo com a figura 06 a seguir, através da calcareadora.



Figura 6. Realização da adição de insumos através da calcareadora.

Fonte: Própria autora.

A Ureia e o cloreto de potássio utilizados para enriquecer o composto são adicionados ao final do processo pois são eles que proporcionam mais eficiência no fornecimento de nutrientes. Os produtos finais devem ter umidade em torno de 40%.

O processo de revolvimento é a etapa mais importante de todo processo produtivo e por isso é o que mais demanda tempo. Os processos de carregamento, descarregamento, transporte e adição de insumos são realizados em menos de um turno. Já no processo de revolvimento deve-se aguardar 7 dias para a realização do próximo revolvimento, e por isso o lead time total da compostagem é de aproximadamente 49 dias, levando em consideração que são realizados 7 revolvimentos a cada 7 dias.

4.3. Análise crítica da situação atual

Observando a forma de trabalho no pátio e analisando o fluxograma descrito, pode-se perceber muitos problemas com possibilidade de soluções e melhorias. Na análise do *lead time* por meio do fluxograma, percebe-se que perde-se muito tempo realizando o carregamento da cinza até a fileira de torta, pois a cinza é descarregada em forma de montes próximos à fileira de torta conforme a Figura 07.



Figura 7. Apresentação dos montes de cinza.

Fonte: Própria autora.

As informações do pátio não são totalmente passadas à empresa, e observa-se que não há um planejamento de controle, portanto, não há controle sobre as atividades a serem desenvolvidas diariamente e nem sobre os pedidos de insumos. Os pedidos dos insumos utilizados que são comprados como a rocha fosfática, o cloreto de potássio e os aditivos, são todos feitos conforme a necessidade, não tem um planejamento de quanto e quando pedir, o que consequentemente afeta o lead time. Os insumos são armazenados ao ar livre, sujeitos a chuva, representados na Figura 08 a seguir.



Figura 8. Apresentação do armazenamento de insumos.

Fonte: Própria autora.

Há proliferação de mosca, que é prejudicial ao gado das fazendas próximas ao pátio.

Não se tem um controle dos fatores que influenciam na qualidade da compostagem.

O turno da noite tem muita dificuldade de trabalho, possui um rendimento menor em relação ao turno do dia, pois não há iluminação e nem sinalização.

As leiras produzidas não são padronizadas e por isso não se tem um controle mais preciso das quantidades produzidas e das proporções utilizadas.

Não há operador suficiente para todas as atividades o que causa espera das demais operações quando uma está sendo realizada. Consequência disso é a espera das leiras para revolvimento, o que não pode ocorrer. Porém um ponto positivo relacionado ao problema é que os colaboradores foram criativos e formularam um sistema de placas de sinalização da necessidade de revolvimento, em que a placa de cor vermelha é a necessidade prioritária e a amarela de necessidade menos elevada, conforme apresenta a Figura 09 abaixo.



Figura 9. Apresentação do sistema de prioridade.

Fonte: Própria autora.

O chorume gerado da secagem do resíduo e as águas da chuva estão sendo acumuladas na baixada do pátio, e não há um tratamento adequado, conforme a Figura 10 a seguir.



Figura 10. Água residuária.

Fonte: Própria autora.

4.4. Propostas de melhorias

Conforme as situações críticas encontradas, para otimizar o processo já existente, para que possa ser proposto para a implantação, foram feitas análises de algumas oportunidades de melhorias que podem ser observadas a seguir.

4.4.1. Fluxo de informação

O fluxo de informação deve fluir entre todos os envolvidos no processo, da forma correta, no tempo certo. É importante que as pessoas certas tenham conhecimento do planejamento do processo produtivo, para que as atividades sejam realizadas no momento certo. Isso consequentemente racionaliza os processos, principalmente a espera.

Deve-se então realizar a conscientização da importância da comunicação de todos os colaboradores envolvidos para melhorar o fluxo de informação.

Melhorando o fluxo de informação, pode-se fazer um planejamento de controle de produção, no qual será especificado a quantidade certa a ser pedida de insumos e no momento certo para que não aconteçam imprevistos da falta ou excesso destes.

4.4.2. Desperdício

A atividade de carregar a cinza do monte até a fileira de torta é muito demorada e desnecessária, sem agregar valor ao composto. Ao invés de descarregar a cinza que vem da usina em forma de montes, pode-se descarregar a cinza e a torta de forma intercalada em uma fileira de forma proporcional, conforme esquema apresentado na Figura 11.

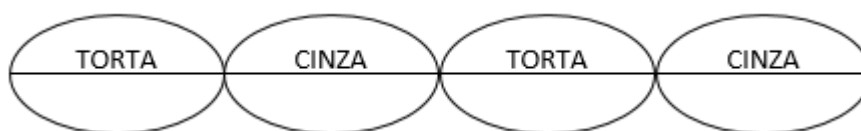


Figura 11. Representação do esquema de distribuição de torta e cinza.

Fonte: Própria autora..

Após a montagem da fileira, utilizar a pá carregadeira para organizar os dois componentes como uma só leira para que esta esteja pronta para realizar o primeiro revolvimento realizar a mistura de forma uniforme, sem precisar carregar novamente a cinza dos montes até a leira.

4.4.3. Proliferação de moscas

Em relação a proliferação de moscas que é o problema enfrentado atualmente, uma das propostas que reduziria significativamente essa proliferação, é a realização de mais revolvimentos. Atualmente realiza-se um revolvimento a cada sete dias, o que torna a leira propícia para as moscas criarem suas larvas, segundo Gouveia (2012) o ideal é realizar um revolvimento a cada 3 dias para que não dê tempo de infestação e assim atender a condição ideal de aeração da leira. Porém, a quantidade de operadores não supre as atividades a serem desenvolvidas, e por

isso na implementação do projeto na empresa, recomenda-se formular um quadro de operadores que supram as necessidades do processo.

4.4.4. Turno noturno

Para facilitar o trabalho no turno noturno basta acrescentar sinalizações ao pátio, de entradas e saídas, de onde serão as leiras e realizar demarcações de onde devem ser despejadas a torta e a cinza.

4.4.5. Falta de controle e planejamento

Dimensionar um padrão de leira ideal ao pátio que vá suprir a produção demandada. Assim pode-se ter um melhor controle de produtividade das leiras.

No final do dia, cada operador deve ter um cronograma das atividades a serem desenvolvidas no dia seguinte, podendo se organizar melhor durante o dia de trabalho para evitar esperas.

Capacitar e destinar aos operadores a realização de controle dos parâmetros que influenciam a qualidade do composto final, tais como, temperatura, pH, aeração, etc. A temperatura pode ser controlada através de termômetros que tenham comprimento considerável para realizar a medição no centro das leiras, que pode ser visto na Figura 12 a seguir.



Figura 12. Termômetro para medir a temperatura da leira.

Fonte: Própria autora.

4.4.6. Acúmulo de água residuária

Recomenda-se a implementação de um sistema de drenagem dessa água residuária para descartar de forma adequada ou reutilizá-la despejando-a no campo, pois pode apresentar benefícios à planta.

4.4.7. Custo de transporte e material

Uma sugestão ao implementar o projeto na empresa, seria manter os transportes de composto pronto com os terceiros, uma vez que, se paga por tonelada de composto carregado, portanto em dias que não há como realizar o carregamento, como os dias de chuva, não haverá necessidade de serviços terceiros e por isso não terá que realizar pagamentos nos dias parados.

Em relação ao custo de material pode-se realizar análises de solo do local ao qual o composto será destinado para enxergar suas necessidades de nutrientes e assim utilizar proporções mais adequadas de insumos, evitando-se desperdícios ou falta de material.

4.5. Etapas de implantação

Após a análise do processo, realizado por terceiros, pode-se observar de forma detalhada o processo produtivo do composto para implementá-lo nas atividades da empresa, considerando também as propostas de melhorias desse processo para que seja mais eficaz. Porém deve-se seguir algumas etapas para a implantação, que são:

- Definir um modelo de gestão;
- Identificar os fornecedores de insumos;
- Dimensionar o pátio;
- Estruturar as necessidades de operadores e máquinas;
- Capacitar operadores para a atividade e para o controle de qualidade;
- Formular um planejamento mensal;
- Monitorar e acompanhar o processo produtivo;
- Avaliar e controlar a atividade em busca de melhorias contínuas.

4.6. Plano de ação

Para Oliveira (1996), a ferramenta 5W2H tem como finalidade organizar e orientar as ações que deverão ser implantadas no processo, para buscar melhorias no planejamento e na gestão das atividades envolvidas no processo. Para desenvolver o plano de ação existem sete questões que definirão as estratégias que devem ser seguidas no processo de compostagem. Na tabela 02 a seguir pode-se observar o plano de ação elaborado para a melhoria do processo existente para uma implantação mais eficaz.

Quadro 2. Plano de ação 5W2H.

WHAT O que?	WHEN Quando?	WHO Quem?	WHERE Onde?	WHY Por que?	HOW Como?	HOW MUCH Quanto custa?
Planejamento de produção	Antes de implantar a atividade	Supervisor e coordenador do setor	Escritório da empresa	Descrever as atividades a serem desenvolvidas da forma mais eficiente	Desenvolver cronograma de atividades a curto e longo prazo e apresentar aos colaboradores envolvidos para que todos tenham o conhecimento prévio	Sem custo
Programar atividades	Diariamente	Coordenador do processo	Pátio de compostagem	Evitar tempo de espera	Organizar diariamente as atividades a serem desenvolvidas no dia seguinte	Sem custo
Treinamento de controle de qualidade	Antes da implantação do processo	Especialista de qualidade	Sala de treinamento	Realizar controle de qualidade do composto e conhecer a sua importância	Realizar treinamento à equipe responsável pelo controle de qualidade, através do conhecimento teórico sobre os fatores que influenciam a qualidade e do conhecimento prático de como manusear os equipamentos e dados utilizados	Custo do curso de qualidade
Eliminar desperdícios	Durante a implantação	Colaboradores envolvidos no processo	Pátio de compostagem	Reduzir lead time do processo	Seguir cronograma de atividades diárias para que o lead time seja igual ou próximo ao planejado,	Sem custo

Fonte: Própria autora.

Quadro 3. Plano de ação 5W2H (parte 2).

WHAT O que?	WHEN Quando?	WHO Quem?	WHERE Onde?	WHY Por que?	HOW Como?	HOW MUCH Quanto custa?
Destinação adequada da água residuária	Antes da implantação	Especialista em sistemas de drenagem	Pátio de compostagem	Evitar o acúmulo no pátio	Implantar um sistema de drenagem da água com possibilidade de reutilização na plantação	Custo de implementação do sistema de drenagem
Análise de solo	Antes da produção do composto	Empresa especializada em análise de solo	Laboratório	Utilizar a proporção adequada de insumos	Contratar empresa terceira que realiza análise de solo para descobrir suas necessidades	Custo da contratação da empresa terceirizada

Fonte: Própria autora.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo de caso, houve uma análise sobre o processo produtivo do composto, com o intuito de propor a implantação para a empresa em estudo. O processo já existente realizado pelos serviços terceiros foi muito importante para analisar o processo de forma real e assim observar erros e propor melhorias, de maneira que seja implantado de forma mais eficiente.

Pode-se perceber que o planejamento e controle da atividade é de extrema importância para que seja executado com qualidade e de forma mais produtiva. O objetivo principal da pesquisa foi cumprido, que era o de desenvolver o fluxograma do processo para que ele possa ser implantado no futuro.

Com o auxílio dos conceitos obtidos durante o curso de Engenharia de Produção pôde-se atingir os objetivos específicos e geral, ou seja, possibilitou a realização de levantamento de dados necessários para desenvolver o fluxograma de forma detalhada, ter uma melhor visão analítica e assim perceber situações críticas presentes no processo realizados pelos terceiros e a formular um plano de ação que pode ser utilizado na implantação do processo. A análise das situações críticas deste processo real possibilitou identificar muitas atividades que a empresa poderia realizar para ter sucesso em sua implementação.

O setor sucroalcooleiro tem sofrido cada vez mais pressão por parte dos órgãos ambientais e da população que está mais consciente sobre as questões ambientais. O reaproveitamento dos resíduos da indústria como fonte de outros produtos apresenta melhorias à proteção do meio ambiente, podendo ter a compostagem considerada como uma Produção mais Limpa.

A pesquisa mostra que sob a ótica ambiental, a importância da implantação da compostagem é indiscutível. Existem inúmeras vantagens, como a redução do volume de resíduos sólidos gerados, consequentemente a redução da disposição final inadequada; a redução da emissão de gases de efeito estufa; desenvolvimento do potencial agrícola; a valorização do resíduo como uma matéria prima; e etc.

A implantação da compostagem na empresa não será feita no momento, mas no estudo pôde-se cumprir os objetivos da pesquisa e ainda perceber que o estudo em questão não tem apenas importância para a empresa, mas também para a sociedade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CROSS, A.F. & SCHLESINGER, W.H. **A literature review and evaluation of the Hedley fractionation: Application to the biogeochemical cycle of soil phosphorus in natural ecosystems.** *Geoderma*, 64:197-214, 1995.

ALVARENGA, R. P. & QUEIROZ, T. R. **Produção mais limpa e aspectos ambientais na indústria sucroalcooleira.** *In: International workshop advances in cleaner production*, v 2, 2009, São Paulo.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos.** São Paulo: Edgard Blücher, 6ª ed., 1982

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira.** 2017. 62 p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_04_20_14_04_31_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_17-18.pdf>. Acesso em: 27 out. 2017.

CORREIA, Kwami Samora Alfama et al. XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2002, Curitiba, PR. **MAPEAMENTO DE PROCESSO: UMA ABORDAGEM PARA ANÁLISE DE PROCESSO DE NEGÓCIO.** 8 p. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR10_0451.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2017.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologia.** 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1991.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOUVEIA, J.G. **Diretrizes para uso de composto orgânico na agricultura: proposta para municípios com até 100.000 habitantes**. 2012. 94 p. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

JÚNIOR, Agenor B. Almeida et al. **Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro**. 10 p. Dissertação (Mestrado)- UFRPE, Campina Grande, 2011. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/262619106>>. Acesso em: 27 out. 2017.

MARTINS, Denize Carvalho et al. XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2016, Bento Gonçalves, RS. **Características agronômicas de milho adubado com fertilizantes organominerais a base de cama de frango e fosfatos**. Bento Gonçalves, RS: [s.n.], 2016. 4 p.

MELLO, C. H. P.; SALGADO, E. G. **Mapeamento dos processos em serviços: estudo de caso em duas pequenas empresas da área de saúde**. In: ENEGEP, 25, 2005, Porto Alegre. Anais.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Processo de Compostagem a Partir de Lixo Orgânico Urbano e Caroço de Açaí**. Belém, PA: [s.n.], 2002. 8 p. Disponível em: <<http://web-resol.org/textos/circ.tec.29.pdf>>. Acesso em: 01 jan. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos**. Brasília: [s.n.], 2017. 66 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Compostagem-ManualOrientacao_MMA_2017-06-20.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2017.

NARDIN, R. R. **Torta de filtro aplicada em Argissolo e seus efeitos agronômicos em duas variedades de cana-de-açúcar colhidas em duas épocas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2007. 39p. Dissertação Mestrado

OLIVEIRA, Francisco Nelsieudes Sombra et al. **Uso da Compostagem em Sistemas Agrícolas Orgânicos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 17 p. Disponível em: <http://www.pvnocampo.com.br/downloads/Uso_da_Compostagem_em_Sistemas_Agricolas_Organicos.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2017.

OLIVEIRA, S. T. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade**. 2. Ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

OLIVEIRA, Ualison Rebula de et al. **Metodologia integrada para mapeamento de falhas: uma proposta de utilização conjunta do mapeamento de processos com as técnicas FTA, FMEA e a análise crítica de especialistas**. 2009. 15 p. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/2010nahead/aop_200701003.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2017.

OLIVERA, Maria Marta Araujo Leal de et al. XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2011, Belo Horizonte, MG. **ANÁLISE DOS MECANISMOS OPERACIONAIS PARA UMA PRODUÇÃO MAIS LIMPA NOS ENGENHOS DA REGIÃO DO BREJO PARAIBANO**. 13 p. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_143_903_18124.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2017.

PAIXÃO, Joana Fidelis da et al. **Caderno de diagnóstico: Resíduos Sólidos Industriais**. 2011. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/projetos/pnrs/documentos/cadernos/05_CADDIAG_Res_Sol_Industriais.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2017.

PAVINATO, Paulo Sérgio; ROSOLEM, Ciro Antônio. **DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES NOSOLO - DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS DE RESÍDUOS VEGETAIS.** Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/1802/180214229001/>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

PELIZER, Lúcia Helena ; PONTIERI, Márcia Helena; MORAES, Iracema de Oliveira. **UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGRO-INDUSTRIAIS EM PROCESSOS BIOTECNOLÓGICOS COMO PERSPECTIVA DE REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL.** Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/847/84720112/>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

PENATTI, C.P; DONZELLI, J.L. **Uso da Torta de Filtro em cana-de-Açúcar.** Piracicaba, 7 pg. 1991.

PINHO, Alexandre Ferreira de et al. XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2007, Foz do Iguaçu, PR. **COMBINAÇÃO ENTRE AS TÉCNICAS DE FLUXOGRAMA E MAPA DE PROCESSO NO MAPEAMENTO DE UM PROCESSO PRODUTIVO.** 11 p. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr570434_9458.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2017.

PROSAB - PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO. **MANUAL PRÁTICO PARA A COMPOSTAGEM DE BIODSÓLIDOS.** [S.l.: s.n.], 1999. 91 p. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Livro_Compostagem.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2017.

SPADOTTO, Claudio Aparecido. **Gestão de Resíduos: realizações e desafios no setor sucroalcooleiro.** Disponível em: <http://webmail.cnpma.embrapa.br/down_hp/360.pdf>. Acesso em: 26 out. 2017.