

III-083 - UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE QUALIDADE NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE HORTALIÇAS DE UMA AGROINDÚSTRIA

Livia Mara Ribeiro Gaspar ⁽¹⁾

Graduada em Engenharia Química pela Faculdade Salesiana Maria Auxiliadora – FSMA/Macaé. Mestranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ/RJ.

Caio de Teves Inácio ⁽²⁾

Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Doutor em Agronomia-Ciência do Solo pela Universidade Federal de Rural do Rio de Janeiro – UFRural-RJ. Pesquisador da Embrapa Solos. Docente externo do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental PEA/UFRJ e do Programa de Engenharia Agrícola e Ambiental PGEEAmb/UFRural-RJ.

Bianca Ramalho Quintaes ⁽³⁾

Graduada em Biomedicina pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO. Mestrado em Microbiologia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ/RJ. Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos – UFRJ/RJ. Docente do Programa de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Rio de Janeiro – PEA/UFRJ e Gerente de Departamento do Centro de Pesquisas Aplicadas da COMLURB.

Houtran Lima da Silva ⁽⁴⁾

Graduado em Gestão Ambiental e Especialista em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN. Graduando em Engenharia Ambiental pela Faculdade Maurício de Nassau – FMN. Mestrando em Ciências Ambientais pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN.

Carolina Colares Rocha ⁽⁵⁾

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Mestranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ/RJ.

Endereço⁽¹⁾: Rua Arthur Azevedo Verneck, 257 - Mataruna – Casimiro de Abreu - RJ - CEP: 28860-000 - Brasil - Tel: (22) 99717-0126 - e-mail: liviamaragaspar@gmail.com

RESUMO

As atividades agroindustriais geram um expressivo volume de resíduos, por isso, são classificadas como grandes geradores. Logo, as agroindústrias precisam se preocupar com a destinação de seus resíduos, traçando planos estratégicos e acompanhando as ações de gerenciamento. O presente trabalho apresenta um estudo de caso aplicado a uma agroindústria de processamento mínimo de hortaliças que gera cerca de 2,5 toneladas de resíduos sólidos orgânicos por dia. No intuito de solucionar o problema do gerenciamento dos resíduos orgânicos e valorizar a matéria orgânica, a agroindústria em questão realiza reciclagem destes, utilizando a técnica da compostagem. Este trabalho almeja mostrar que as ferramentas de qualidade, principalmente o ciclo PDCA em conjunto com o diagrama espinha de peixe, podem ser aplicadas buscando melhorias no processo de gerenciamento via compostagem. Ambas as ferramentas ajudam na identificação e solução de problemas no processo produtivo, trazendo progressos e desenvolvimento para a organização, uma vez que diversos fatores podem influenciar negativamente esse tipo de processo, reduzindo a qualidade final do fertilizante.

PALAVRAS-CHAVE: Diagrama espinha de peixe, Ciclo PDCA, Compostagem, Gerenciamento, Resíduos orgânicos.

INTRODUÇÃO

Os produtos minimamente processados ¹ vêm ganhando espaço no mercado mundial, uma vez que são práticos e higiênicos, prontos para o consumo. No entanto, durante as etapas do processamento mínimo, as quantidades de resíduos gerados podem chegar até 70% da matéria prima processada (FERREIRA *et al.*, 2009). Estes resíduos orgânicos, quando gerenciados de forma incorreta, podem gerar inúmeros impactos negativos como, por exemplo, contaminação da água e do solo, atração de vetores, proliferação de doenças e contribuição com a emissão de gases do efeito estufa (COSTA; CARDOSO, 2011). Dessa forma, fica evidente a importância de buscar e investir em estratégias de gerenciamento e gestão desses resíduos, visando sempre à adequação aos objetivos estabelecidos na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010). Empresas do ramo agropecuário são classificadas como grandes geradores de resíduos e, por isso, possuem a responsabilidade sobre os mesmos, desde a geração até a destinação final adequada. Logo, um dos desafios das agroindústrias de processamento mínimo é a busca pelo desenvolvimento econômico atrelado à sustentabilidade.

Devido ao avanço tecnológico e a competitividade entre as empresas, foram desenvolvidos vários instrumentos de controle de qualidade e gestão, visando à melhoria contínua das instituições (ANJOS *et al.*, 2012). Objetivando facilitar a aplicação do controle estatístico de processo no sistema de produção para melhoria da qualidade, foram desenvolvidas as ferramentas da qualidade, que facilitam a aplicação de conceitos, coleta e apresentação de dados (MAICZUK; ANDRADE JUNIOR, 2013). As principais ferramentas de controle de qualidade são: Diagrama de Pareto, Diagrama espinha de peixe (ou diagrama de *Ishikawa*), Histograma, Fluxograma, Folha de Verificação, Diagrama de Dispersão e Cartas de Controle (CORRÊA; CORRÊA, 2008; CARPINETTI, 2012). No entanto há outras ferramentas mais completas, que auxiliam no planejamento de um processo e/ou atividade. O ciclo PDCA (do inglês: PLAN (planejar); DO (fazer); CHECK (chechar); ACT (agir)), por exemplo, é uma metodologia clássica e universal, aplicada para atingir metas e melhorias contínuas nas organizações (XENOS, 2014).

Dentre todas estas ferramentas, o diagrama espinha de peixe e o ciclo PDCA têm sido muito utilizados para solucionar vários problemas em diferentes áreas, inclusive relacionado ao meio ambiente, como na reciclagem de resíduos (FORNARI JUNIOR, 2010; SILVA, CAMELO, 2018). Estas ferramentas, quando aplicadas juntas, tendem a identificar problemas e solucioná-los de maneira eficaz, priorizando a organização dos processos, bem como o aumento do nível de qualidade do serviço e/ou produto que as empresas oferecem, trazendo vários benefícios e progressos para as empresas.

OBJETIVO

Diante disso, o objetivo deste trabalho é aplicar o diagrama espinha de peixe associado ao ciclo PDCA, com o intuito de auxiliar na análise crítica e no desenvolvimento de ações para o planejamento do gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos provenientes do processamento mínimo de hortaliças da agroindústria estudada, localizada no município de Teresópolis-RJ. Essas duas ferramentas auxiliam na identificação e solução dos problemas relacionados ao gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos gerados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este artigo é um estudo de caso aplicado, segundo Yin (2010), trata-se de um estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que possa permitir o amplo e detalhado conhecimento, auxiliando no desenvolvimento de habilidades e competências. Essa agroindústria, situada no município de Teresópolis-RJ, realiza o beneficiamento, comercialização e distribuição de hortaliças minimamente processadas. Durante esta atividade, cerca de 50% da matéria prima processada é descartada como resíduo o que, em média, corresponde a 2,5 toneladas/dia. Visando o gerenciamento sustentável deste material, a agroindústria trata seus resíduos orgânicos utilizando a tecnologia da compostagem. Durante o período de oito meses (outubro/2017 a junho/2018), foram realizadas visitas de campo para coletar e analisar dados/informações do cenário estudado. Através de conversas informais com os trabalhadores e acompanhamento das atividades, foi possível levantar as

¹Alimentos que passam por várias etapas até chegar ao produto final, tais como seleção, lavagem, corte, enxágue, sanitização e acondicionamento em embalagens específicas (CENCI, 2011).

possíveis falhas durante o processo de compostagem da agroindústria. Neste estudo, utilizou-se a abordagem qualitativa: uma leitura das coletas e análises de informações não numéricas.

A unidade de compostagem possui uma área de 3.000 m², e é composta por seis leiras² estáticas com aeração passiva e um galpão de 405 m². Em média, cada leira apresenta 1,2 m de altura, 1,5 m de largura e 20 m de comprimento (com o formato retangular). Ressalta-se que um metro cúbico corresponde a 500 kg de composto, logo são produzidas 18 toneladas de composto por leira (36 m³ x 500 Kg). No final de um ano têm-se o montante de 324 toneladas, considerando que cada leira fica montada por aproximadamente quatro meses.

A mistura a ser compostada são restos de hortaliças e esterco equino. Como as hortaliças apresentam umidade maior que 90%, a agroindústria precisa comprar um insumo complementar para o processo de compostagem, por isso utiliza o esterco equino. O mesmo apresenta menor preço quando comparado com outros dejetos e é facilmente encontrado na região. Segundo Oliveira *et al.* (2008), a maravalha presente na cama de esterco equino fornece característica estruturante, pois é um material mais resistente à decomposição, uma vez que apresenta alto teor de carbono orgânico. Esta característica proporciona excelente porosidade à mistura, além de ajustar a umidade. A mistura é feita em um pátio concretado de 42 m², com o auxílio de um mini trator. Atualmente, os funcionários utilizam o seguinte padrão de medida, para cada 2,5 m³ de hortaliças utilizam 2,0 m³ de cama de esterco.

Cada leira é preparada em cima de uma área impermeabilizada, e todas as seis leiras possuem sistema de drenagem de águas pluviais e efluentes. Inicialmente, forma-se uma parede com capim. Em seguida, a mesma é preenchida com uma camada uniforme de esterco equino (cama de cavalo) e uma camada de composto como agentes inoculantes. Dessa maneira, a leira já está pronta para receber a mistura. A cada quatro dias, as leiras recebem uma camada de 40 cm de altura da mistura, esse procedimento continua até atingirem uma altura de 1,20 m, esse processo dura em média dois meses. Depois de completa, a leira é revolvida e transferida para um local, onde ocorrerá o resfriamento do material. A única área coberta no pátio de compostagem é o galpão, nela ocorre o peneiramento e o envase do composto final, além disso, armazena algumas ferramentas e equipamentos.

Com o intuito de identificar as não conformidades e solucionar os problemas operacionais do processo, aplicou-se a ferramenta espinha de peixe atrelada ao ciclo PDCA. Tais ferramentas foram aplicadas buscando elevar o nível de qualidade dos processos, através de melhorias e adequações necessárias. Na primeira fase do ciclo PDCA, foram apontadas as possíveis falhas no processo da compostagem utilizando os 6M's (Materiais, Método, Mão de Obra, Máquina, Meio Ambiente e Medida) do digrama espinha de peixe e, posteriormente, foram apresentadas as soluções de melhorias do plano de ação, buscando aumentar a qualidade do processo. A agroindústria deverá indicar o responsável por cada solução de melhoria, assim como, estipular prazos para as mesmas. Para as demais etapas do ciclo PDCA (Execução, Verificação e Ação) foram apontados os objetivos e as soluções. Sendo responsabilidade dos gestores darem continuidade a essas fases.

RESULTADOS

A primeira fase do ciclo PDCA consistiu em quatro etapas, sendo elas: a identificação de problemas, a observação, a análise e o plano de ação. Os resultados indicam que a qualidade do composto final pode ser aprimorada aplicando algumas soluções como o treinamento e capacitação do trabalhador, adoção de procedimentos, análises físico-químicas rotineiras, assim como, maturação do composto em ambiente adequado (Quadro 1). As demais etapas do ciclo PDCA apontam que bons resultados podem ser garantidos através do monitoramento e acompanhamento das atividades. O Quadro 1 deixa claros os objetivos e metas, assim como as soluções pertinentes para cada fase do ciclo PDCA.

² Local onde ocorre a biodecomposição da matéria prima, geralmente possui o formato retangular e são formadas por materiais como grama e capim (INÁCIO; MILLER, 2009).

Quadro 1 - Proposta do ciclo PDCA

PDCA	FLUXO	ETAPAS	OBJETIVOS	SOLUÇÕES
P	1	Identificação do Problema	Levantar os possíveis fatores que podem influenciar o processo de compostagem e na qualidade do composto final.	Realizar um brainstorming (tempestade de ideias) e listar todas as possíveis causas levantadas.
	2	Observação	Investigar e descobrir a fundo as causas/falhas fundamentais, através de uma visão ampla do processo.	Aplicar a ferramenta de controle de qualidade, espinha de peixe. Classificando as falhas/causas secundárias encontradas dentro das causas primárias (6 M's).
	3	Análise		
	4	Plano de Ação	Gerenciar de maneira sustentável 2,5 t/dia de resíduos orgânicos; Possuir mão de obra especializada e padronização no processo; Motivar os trabalhadores; Armazenar corretamente o esterco e composto orgânico; Investir em equipamentos e acompanhamento da qualidade do composto; Não gerar estoque de composto.	Reciclar os resíduos via compostagem; Investir no trabalhador oferecendo cursos e treinamentos; Propor procedimentos operacionais; Incentivos ao trabalhador, melhorando as condições de trabalho; Investir em infraestrutura para armazenar o esterco e o composto final que precisa ser maturado sob condições seguras; Comprar equipamentos básicos para análises físico-químicas; Comparar qualidade do composto segundo a IN nº 25; Providenciar a legalização do composto e procurar clientes.
D	5	Execução	Execução das metas definidas na etapa anterior.	Anotar todos os resultados bons e ruins, acompanhar cada modificação e registrá-la.
C	6	Verificação	Verificar se as metas apresentam resultados favoráveis.	Fazer relatórios diários e mensais para controlar a qualidade do processo.
A	7	Padronização	Padronizar cada etapa do processo de compostagem.	Criar procedimentos e roteiros.
	8	Conclusão	Identificar problemas e falhas persistentes.	Agir de maneira corretiva.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Considerando as seis tradicionais categorias de causas analisadas por esta ferramenta (Métodos, Materiais, Mão de obra, Máquinas, Medição e Meio Ambiente), foram identificadas 17 causas secundárias que podem comprometer o processo de compostagem e que, conseqüentemente, podem influenciar na qualidade do fertilizante orgânico (Figura 1).

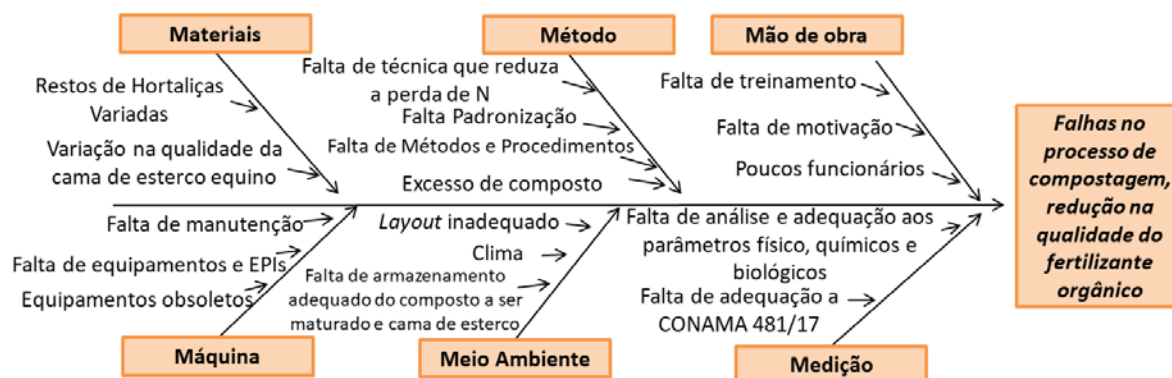


Figura 1 – Diagrama de espinha de peixe e os 6 M's no gerenciamento de restos de hortaliças, utilizando a compostagem.

Fonte: Ishikawa (1993), adaptado pelos autores (2019).

DISCUSSÃO

Como grande gerador de resíduos, a empresa decidiu implantar a unidade de compostagem para tratar seus resíduos. Este tratamento recicla os nutrientes presentes nos resíduos orgânicos, transformando-os em um novo produto, também conhecido como fertilizante orgânico. O mesmo pode e deve ser comercializado somando

receitas para a agroindústria. No entanto, para que esta oportunidade gere receitas ou ao menos atinja o ponto de equilíbrio da atividade, é necessário investir em tecnologia, infraestrutura e especialização, buscando um fertilizante orgânico de qualidade.

Na primeira fase da metodologia PDCA é preciso identificar os problemas, observá-los e analisá-los para, assim, traçar um plano de ação. O digrama espinha de peixe é uma excelente ferramenta para pontuar as falhas/causas. Por isso, este instrumento foi aplicado, mapeando todas as falhas plausíveis durante o processo de gerenciamento dos resíduos da agroindústria estudada. Muitos fatores podem influenciar negativamente no processo de compostagem, reduzindo assim a qualidade final do fertilizante orgânico composto. Diante deste fato, em cima dos 6 M's do diagrama espinha de peixe, foi possível pontuar algumas causas que podem comprometer a qualidade do produto final deste tratamento e, consequentemente, o gerenciamento dos resíduos sólidos da agroindústria.

Ao aplicar o diagrama espinha de peixe foi possível encontrar as seguintes falhas:

Os materiais utilizados para montar a mistura (restos de hortaliças e esterco equino) não são constantes, pois apresentam parâmetros físico-químicos variáveis, por exemplo, às vezes o esterco pode estar mais úmido, com mais nitrogênio e assim, por diante. De acordo com Inácio e Miller (2009), a composição química do esterco pode variar bastante. Alguns fatores que podem influenciar são: tipo de alimentação e a classificação do animal como ruminante ou monogástrico. Os restos de hortaliças apresentam elevados teores de nutrientes e sofrem rápida degradação, porém são materiais úmidos e, por isso, necessitam de outro insumo com característica estruturante e que ajuste a umidade da mistura. O esterco equino é um excelente agente estruturante, no entanto, geralmente apresenta menor concentração de nutriente, principalmente de nitrogênio, quando comparado com os dejetos de suínos e de aves (ALVES; PINHEIRO, 2007). Apesar disso, o esterco de cavalo pode ser facilmente encontrado na região, apresentando, assim, um baixo custo quando comparado com demais tipos de esterco.

A área da unidade de compostagem é extensa, no entanto, em seu *layout*, falta infraestrutura para acondicionar corretamente o esterco equino e o produto que sai da leira (que precisa passar pela fase de maturação para assim ser usado como composto orgânico). Atualmente, esse material a ser compostado fica exposto a céu aberto em contato direto com o solo. Quando a fase de maturação ocorre em local coberto, fica mais fácil controlar a umidade na faixa de 40 a 45% (TEIXEIRA *et al.*, 2004).

Em relação ao método do diagrama espinha de peixe, a agroindústria estudada optou pelas Leiras Estáticas com Aeração Passiva (LEAP)³, esta metodologia demanda um estudo de dimensionamento, pois a altura, comprimento e largura podem influenciar no fluxo de ar e na atividade microbiológica do processo de compostagem. Leiras muito altas podem compactar, impedindo a circulação de ar e inibindo a degradação microbiana aeróbica, gerando líquido percolado (chorume), atração de vetores e produção de odores. Outro fator importante é a padronização das dosagens utilizadas. A proporção de hortaliças e esterco equino devem ser seguidas buscando uma uniformização, pois o excesso de um dos insumos pode prejudicar a fase termofílica do processo. As LEAPs também devem seguir uma padronização no tempo nas fases mesofílica⁴, termofílica⁵ e maturação⁶, seguindo procedimentos e relatórios. A agroindústria apresenta seis leiras bem estruturadas e dimensionadas.

A mão de obra qualificada é essencial para obter sucesso no processo de compostagem, há a necessidade de investir em treinamentos e capacitação dos profissionais, buscando desenvolver habilidades e conhecimento dos trabalhadores da tecnologia de gerenciamento. Como forma de motivação e progresso dos funcionários é importante proporcionar condições de trabalho favoráveis. O excesso e concentração de atividades sobrecarregam o trabalhador e desmotivam o mesmo. A agroindústria possui dois funcionários efetivos e dois funcionários temporários, esses foram capacitados e treinados graças à parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA.

³ Leiras que não são revolvidas frequentemente e sem aeração forçada;

⁴ Mesofílica: etapa que degrada substâncias orgânicas mais resistentes;

⁵ Termofílica: fase onde atinge as temperaturas mais elevadas durante todo o processo, com intensa atividade microbiana;

⁶ Maturação: estado final da degradação, onde composto adquire bastante substância húmicas (INÁCIO; MILLER, 2009).

A mecanização ajuda a otimizar os serviços e reduz o esforço físico dos funcionários, por isso, é essencial investir em equipamentos e na manutenção dos maquinários. A agroindústria optou pelo pátio de compostagem semi-mecanizado, ou seja, ainda se trabalha de forma artesanal, porém alguns maquinários já foram introduzidos nas atividades do dia-a-dia (Ex.: a pá-carregadeira leve, a peneira rotativa, entre outros).

De acordo com, a Resolução CONAMA 481/17 (BRASIL, 2017), a temperatura deve ser medida e registrada ao menos uma vez por dia durante o período mínimo de higienização, conforme anexo I dessa resolução. A agroindústria monitora a temperatura de apenas uma das leiras através de sondas automáticas. A mesma registra temperaturas acima de 55°C por mais de 15 dias, atendendo, assim, o anexo I da CONAMA 481/17. Como a unidade de compostagem possui seis leiras, a agroindústria precisa ampliar o monitoramento de temperatura para as demais leiras. Por verificação *in loco*, foram identificados outros parâmetros de qualidade do processo de compostagem, como a ausência de odor e vetores, e pouca geração de chorume na unidade de compostagem.

A temperatura, umidade e pH são parâmetros (de simples medição) que influenciam o processo de compostagem e, por isso, devem ser analisados e registrados de preferência diariamente, para garantir as fases desejadas durante o processo e um produto final de qualidade. A granulometria também influencia no processo, por isso, há necessidade de padronizar o tamanho das partículas, buscando obter uma massa mais homogênea e com maior porosidade. O composto orgânico (produto final da compostagem) só pode ser comercializado se atender os parâmetros estabelecidos pela Instrução Normativa (IN) nº25 (BRASIL, 2009), desta forma é indispensável às análises físico-químicas e de patógenos do produto. Há diversos parâmetros (físicos, químicos e biológicos) que avaliam a maturação do fertilizante orgânico, sendo difícil e até mesmo impreciso utilizar apenas um desses parâmetros para determinar o final da fase de maturação.

Segundo Silva (2005) o pH, a relação C/N, a capacidade de troca (CTC), os teores de amônio e nitrato, e a condutividade elétrica são parâmetros químicos que permitem medir o grau de maturação do composto. Enquanto isso, a umidade, a cor, a temperatura e o odor do composto, são classificados como parâmetros físicos. Já os testes de germinação se enquadram como testes biológicos.

Portanto, é essencial o monitoramento de pelo menos alguns parâmetros mais simples, como temperatura, pH e umidade, para ter a certeza do início e fim do processo de maturação do composto, criando, assim, procedimentos e relatórios de qualidade. Recomenda-se também a criação de lotes nessa fase, a fim de manter a organização e qualidade dessa etapa. Infelizmente, a agroindústria não realiza a fase de maturação do produto de forma controlada. De forma geral, a agroindústria não segue nenhum tipo de procedimento ou método para avaliar o início e fim dessa fase.

Segundo Chalk *et al.* (2013), o produto final da compostagem apresenta, relativamente, baixos teores de nitrogênio (variando em torno de 1 a 3%). Ainda de acordo com esse autor, os baixos teores de N podem estar ligados à volatilização de amônia (NH₃). No processo da compostagem da agroindústria estudada não é aplicada nenhuma técnica para reduzir as perdas de nitrogênio.

O presente trabalho desenvolveu apenas a primeira fase da metodologia PDCA, para as demais fases foram apontados os objetivos e medidas de soluções de maneira geral. No entanto, a agroindústria em questão possui a responsabilidade de realizá-las, pois os gestores precisam capacitar a equipe para pôr em prática às soluções do plano de ação proposto (fase de execução) e acompanhar sistematicamente cada atividade planejada (fase de verificação). Além disso, é necessário padronizar as atividades que serão alcançadas e identificar falhas novas e/ou persistentes (fase de ação), aplicando esta metodologia frequentemente.

CONCLUSÃO

Ao aplicar a ferramenta espinha de peixe, foi possível pontuar algumas causas secundárias dentro das seis causas primárias. A falta de análises físico-químicas, procedimentos e métodos de controle das fases, além do condicionamento inadequado do composto final são fortes fatores que podem prejudicar o processo da compostagem, e assim, comprometer a qualidade do composto orgânico. Para a agroindústria comercializar o produto final como fertilizante orgânico, o mesmo precisa estar de acordo com os parâmetros físico-químicos estabelecidos pela IN nº 25. Por isso, é essencial possuir pessoas qualificadas, que entendam as etapas deste tratamento e a importância de respeitar o tempo de cada fase (termofílica, mesofílica e maturação). O diagrama

espinha de peixe e o ciclo PDCA foram empregados buscando elevar o nível de qualidade dos processos, através de melhorias e adequações necessárias.

Logo, o uso do diagrama espinha de peixe serviu para identificar os principais erros e problemas presentes no gerenciamento dos resíduos da agroindústria estudada, e o ciclo PDCA permitiu traçar planos para reduzir ou até mesmo mitigar as falhas encontradas. Estas ferramentas aplicadas em conjunto conseguem nortear, organizar e gerir o gerenciamento de resíduos orgânicos da agroindústria, buscando sempre a melhoria contínua do setor. Ressalta-se que as características do fertilizante orgânico servem para avaliar a qualidade do processo, afinal, um gerenciamento de qualidade tende a gerar um produto final de qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, F.S.F.; PINHEIRO, R.R. *O Esterco Caprino e Ovino como Fonte de Renda*. *Jornal Agro*. 2007.
2. ANJOS, M.C.; SOUZA, C.C.; CEZAR, I.M.; ARIAS, E.R.A.; REIS NETO, J.F. *O uso do método PDCA e de ferramentas da qualidade na gestão da agroindústria no Estado de Mato Grosso do Sul*. *Revista Agrarian*. v.5, n. 15, p. 75-83, 2012.
3. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. *Resolução nº 481, de 03 de outubro de 2017*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 04 out. 2017. Seção 1, p. 51.
4. BRASIL. *Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 jul. 2009. Seção 1, p. 20.
5. BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. *Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Legislativo, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Seção 2, p. 2.
6. CARPINETTI, L.C.R. *Gestão da Qualidade – Conceitos e Técnicas*. São Paulo: Atlas. 2 ed. 2012.
7. CHALK, P. M.; MAGALHÃES, A. M. T.; INÁCIO, C. T. *Towards an understanding of the dynamics of compost N in the soil-plant-atmosphere system using 15N tracer*. *Plant Soil*, v. 362, p. 373-388, 2013.
8. CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A. *Administração de Produção e Operações: uma abordagem estratégica*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 690 p.
9. COSTA, R.F.M.; CARDOSO, R.N.C. *Reaproveitamento do Lixo Orgânico como forma de produção de Biofertilizante na Região Norte*. In: XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Belo Horizonte, 2011.
10. FERREIRA, N.A; LOPES, S.B.; MORETTI, C.L.; MATOS, L.M. *Processamento Mínimo de Mini Beterraba*. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças. *Comunicado Técnico*, n.73, p. 6, 2009.
11. FORNARI JUNIOR, C.C.M. *Aplicação da ferramenta da qualidade (diagrama de Ishikawa) e do PDCA no desenvolvimento de pesquisa para a reutilização dos resíduos sólidos de coco verde*. *Revista INGEPRO*, v.2, n.9, p. 104-112, 2010.
12. INÁCIO, C.T.; MILLER, P.R.M. *Compostagem: Ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos*. 1.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 156 p.
13. ISHIKAWA, K. *Total Quality Control in Japanese Manner*. 1. ed. Rio de Janeiro, 1993.
14. MAICZUK, J.; ANDRADE JÚNIOR, P.P. *Aplicação de ferramentas de melhoria de qualidade e produtividade nos processos produtivos: um estudo de caso*. *Qualitas Revista Eletrônica*, v.14, p. 1-14. 2013.
15. OLIVEIRA, E. C. A; SARTORI R. H.; GARCEZ, T. B. *Compostagem*. Universidade de São Paulo. Escola superior de agricultura Luiz de Quieroz. Programa de pós-graduação em solos e nutrição de plantas. Piracicaba, 2008.
16. SILVA, H.L; CAMELO, G.L.P. *Aplicabilidade de Ferramentas da Qualidade em Hortifruticulturas Orgânicas*. In: XV Congresso Nacional de Meio Ambiente Poços de Caldas. Minas Gerais, 2018.
17. SILVA, M.D.; FONTES, A.A. *Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra (VET)*. *Revista Árvore*, v. 29, n. 6, p. 931-936, 2005.
18. 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*. *Circular Técnica*, 33. Belém: Embrapa, 2004.
19. XENOS, H.G. *Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade*. 2. ed. Nova Lima: Falconi, 2014. 312 p.
20. YIN, R.K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.