



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**CARACTERIZAÇÃO DO PROGRAMA DE COMPOSTAGEM DESENVOLVIDO
PELA SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL DE CONTAGEM**

Téspis Nascimento Marangoni

Prof Dr Arnaldo Freitas de Oliveira Júnior

Belo Horizonte

2023

Téspis Nascimento Marangoni

**CARACTERIZAÇÃO DO PROGRAMA DE COMPOSTAGEM DESENVOLVIDO
PELA SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL DE CONTAGEM**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof. Dr. Arnaldo Freitas de Oliveira Júnior

Belo Horizonte

2023



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

FOLHA DE APROVAÇÃO DE TCC

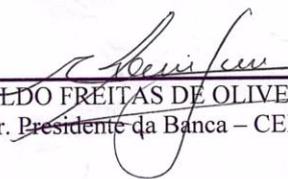
TÉSPIS NASCIMENTO MARANGONI

**CARACTERIZAÇÃO DO PROGRAMA DE COMPOSTAGEM DESENVOLVIDO
PELA SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL DE CONTAGEM**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Aprovado em 07 de Dezembro de 2023

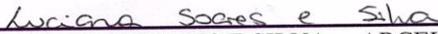
Banca examinadora:



ARNALDO FREITAS DE OLIVEIRA JUNIOR
Prof Dr. Presidente da Banca – CEFET MG – Orientador



DAVI OLIVEIRA PINTO FIUZZA – SEMAD/CONTAGEM (Superintendência de Planejamento em Resíduos Sólidos)



LUCIANA SOARES E SILVA – ARCELORMITTAL METÁLICOS

AGRADECIMENTOS

"Gostaria de expressar minha profunda gratidão por este momento tão especial. Primeiramente, agradeço a Deus por ter me orientado, iluminado e proporcionado as oportunidades que me conduziram até aqui.

Agradeço aos meus familiares, com destaque para minha mãe, Maria, que me apoiou de forma inestimável ao longo dessa jornada. Sem o apoio dela, eu não teria alcançado esse marco significativo. Ela é meu exemplo maior, minha fonte de motivação e inspiração. Agradeço também ao meu pai, Dino, ao meu padrasto, Rommel, minha namorada, Reislá, e aos meus irmãos, Guilherme e Dina, por estarem sempre ao meu lado, especialmente nos momentos de dificuldades, quando pensei em desistir. Vocês são meu porto seguro.

Dedico um agradecimento muito especial à Sra. Marly, minha amada avó, que agora descansa no céu. Muitos dos ensinamentos e experiências que me trouxeram até este ponto são legados seus. Tenho a certeza de que ela está feliz e sempre me abençoando. Este é um tributo a você, minha querida avó, meu amor, minha vida.

Quero estender meus agradecimentos a todos os professores e colegas que me acompanharam ao longo da minha trajetória escolar. Sem o auxílio deles, não teria alcançado este ponto crucial na minha jornada acadêmica.

Um agradecimento especial à Coordenação de Política Estudantil (CPE) por fornecer apoio essencial. Como bolsista, reconheço que não teria chegado até aqui sem o suporte das políticas estudantis, em particular a bolsa de permanência.

Também desejo expressar minha gratidão a todos os professores do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) que desempenharam um papel fundamental nessa jornada e compartilharam seu valioso conhecimento ao longo destes vários anos de aprendizado.

Por fim, quero agradecer ao meu orientador e amigo, Arnaldo, por sua orientação essencial na realização deste sonho muito esperado. "Também agradeço ao Centro Federal de Educação Tecnológica pela oportunidade de acesso a um ensino de excelência, gratuito e de qualidade."

RESUMO

MARANGONI, TÉSPIS. **Caracterização Do Programa De Compostagem Desenvolvido Pela Secretaria Municipal De Meio Ambiente E Desenvolvimento Sustentável De Contagem**. 2023. P.41. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

O programa de compostagem da SEMAD Contagem é uma iniciativa que visa reduzir o volume de resíduos orgânicos enviados para o aterro sanitário, além de gerar adubo orgânico para uso nas praças e parques do município de Contagem, bem como ser usado no viveiro de mudas da própria SEMAD. A compostagem é um processo natural de decomposição da matéria orgânica, que transforma os restos de alimentos, folhas e podas em um produto rico em nutrientes e matéria orgânica, chamado composto. O composto pode ser usado como fertilizante natural, melhorando a qualidade do solo e das plantas. O programa de compostagem da SEMAD Contagem começou em 2022, com a instalação de 3 leiras de compostagem na SEMAD. As leiras são estruturas feitas com paletes de madeira, onde são depositados os resíduos orgânicos coletados no sacolão Feirão da Fatura empreendimento parceira da SEMAD, nesse projeto de reciclagem dos resíduos. Os resíduos orgânicos são misturados com folhas e revirados periodicamente, para garantir a aeração e a homogeneização do material. O processo de compostagem leva cerca de 90 dias, até que o composto esteja pronto para ser peneirado e ensacado. O programa de compostagem da SEMAD Contagem já produziu cerca de 5 toneladas de composto orgânico, que foram distribuídos gratuitamente nas áreas públicas, como praças e parques, localizadas no município de Contagem, esse recurso também é empregado de maneira essencial no viveiro de mudas da SEMAD. Além disso, o programa promove a educação ambiental, sobre a importância da separação dos resíduos orgânicos e da compostagem. O programa também realiza oficinas de capacitação para os profissionais que trabalham com a compostagem na SEMAD, ensinando as técnicas de compostagem doméstica e o uso adequado do composto nas hortas. O programa de compostagem da SEMAD Contagem é um exemplo de como é possível transformar um problema ambiental em uma solução sustentável, beneficiando o meio ambiente e a sociedade.

Palavras-chave: SEMAD.Compostagem. Programa.Resíduo.

ABSTRACT

MARANGONI, THESPIS. **Characterization of the Composting Program Developed by the Municipal Department of Environment and Sustainable Development of Contagem.** 2023.

P.41. Monograph (Graduation in Environmental and Sanitary Engineering) – Department of Environmental Science and Technology, Federal Center for Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

The composting program of SEMAD Contagem is an initiative aimed at reducing the volume of organic waste sent to landfills, while also producing organic fertilizer for use in the squares and parks of the municipality of Contagem. Additionally, it is utilized in SEMAD's own seedling nursery. Composting is a natural process of organic matter decomposition, turning food scraps, leaves, and prunings into a nutrient-rich and organic matter-rich product called compost. This compost serves as a natural fertilizer, enhancing soil and plant quality. The SEMAD Contagem composting program began in 2022 with the installation of three composting piles at SEMAD. These piles, made with wooden pallets, receive organic waste collected at the "Feirão da Fatura" market, a partner enterprise of SEMAD in this waste recycling project. Organic waste is mixed with leaves and periodically turned to ensure aeration and material homogenization. The composting process takes approximately 90 days until the compost is ready to be sifted and bagged. The SEMAD Contagem composting program has already produced around 5 tons of organic compost, distributed free of charge in public areas such as squares and parks within the municipality of Contagem. This resource is also crucially employed in SEMAD's seedling nursery. Moreover, the program promotes environmental education, emphasizing the importance of separating organic waste and composting. It conducts training workshops for professionals involved in composting at SEMAD, teaching domestic composting techniques and the proper use of compost in gardens. The SEMAD Contagem composting program serves as an example of how it is possible to transform an environmental problem into a sustainable solution, benefiting both the environment and society.

Keywords: SEMAD.Composting. Program.Residue.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Feirão da Fatura.	20
Figura 2: Baias de Compostagem.	21
Figura 3: Logística de Transporte do resíduo orgânico.	23
Figura 4: Revolvimento da leira de compostagem.	31
Figura 5: Peneiramento do composto orgânico	31
Figura 6: Segregação do resíduo	31
Figura 7: Composteira em camadas.	31
Figura 8: Picagem do resíduo orgânico	31
Figura 9: Fluxograma de Atividade – Compostagem SEMAD.	31
Figura 10: Mudas adubadas com o composto orgânico.	41

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ALMG - Assembleia Legislativa de Minas Gerais

CEFET - Centro Federal de Educação Tecnológica

LEV - Local de Entrega Voluntária

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SEMAD - Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNVS - Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

SUASA - Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

SUPRES - Superintendência de Planejamento em Resíduos Sólidos

TCC - Trabalho de Conclusão de Curso

UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	17
3.2 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL	18
3.3 CARACTERIZAÇÕES DOS TIPOS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS.....	19
3.4 LOGÍSTICAS DE PRODUÇÃO DA COMPOSTAGEM.....	20
3.5 TRIAGENS DO MATERIAL INERTE E NÃO INERTE PARA REALIZAÇÃO DA COMPOSTAGEM	21
3.6 VOLUMES PRODUZIDOS DE COMPOSTO ORGÂNICO	21
3.7 AVALIAR O DESEMPENHO DO PROGRAMA DE COMPOSTAGEM.....	23
4 METODOLOGIA	24
4.1 O PAPEL DA SEMAD	28
4.2 O MÉTODO DE COMPOSTAGEM PROMOVIDO PELA SEMAD CONTAGEM	29
4.3 MÉTODO DA PICAGEM DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS	32
4.4 OS BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E SOCIAIS DA COMPOSTAGEM	32
4.5 A COMPOSTAGEM E A EMISSÃO DE CO ₂	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
6 CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

Devido às mudanças experimentadas pela sociedade, com sua tendência a se concentrar em áreas urbanas juntamente com os processos de industrialização e consumo, houve um crescimento significativo na produção de uma ampla e variada gama de resíduos sólidos, abrangendo tanto os biodegradáveis quanto os não-biodegradáveis, assim como os recalcitrantes e xenobióticos, desencadeia um complexo processo de degradação ambiental, impactando diretamente na qualidade de vida humana. Essa diversidade de resíduos exerce uma influência significativa nos ecossistemas, contribuindo para a poluição do ar, da água e do solo, bem como para a perda da biodiversidade e a disseminação de substâncias tóxicas, gerando consequências negativas para a saúde e o bem-estar da população (GARCIAS, 2008,p.2).

A preocupação com o resíduo urbano se constitui em um dos maiores problemas da sociedade moderna e o seu volume tem crescido assustadoramente, sobretudo nos países em desenvolvimento como o Brasil (PEREIRA NETO, 1996, p. 17).

Segundo Zago (2020, p. 2) o Brasil é um dos grandes geradores de resíduos sólidos urbanos(RSU) no mundo, o aumento da quantidade e variedade de RSU gerados no Brasil vem provocando inúmeros impactos nocivos ao meio ambiente, afim de tentar atenuar essa situação foi instituído em 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - Lei nº 12.305/2010.

Ademais, para que a sociedade altere a sua percepção sobre os RSU e passe a entender o seu potencial como “recurso” - a ser aproveitado -, deve-se ter percepção sobre a classificação dos resíduos, para determinar a melhor tecnologia para tratamento, aproveitamento ou destinação final (BARROS, 2020, p.1).

Em conformidade com o que foi dito por (BARROS, 2020, p.1), a PNRS aborda várias informações entre elas classificação dos resíduos de acordo com a sua natureza física, composição química e periculosidade. O lixo de origem comercial abrange os resíduos sólidos provenientes das atividades residenciais, sendo composto por uma abundante quantidade de matéria orgânica, plásticos, metais e vidros. Por outro lado, o lixo de caráter público engloba os resíduos sólidos resultantes das operações de limpeza e manutenção do espaço público, abrangendo desde areia até papéis, folhagem e os resíduos gerados a partir da poda de árvores. O resíduo classificado como lixo especial compreende predominantemente os resíduos de natureza industrial, os quais requerem um tratamento, manuseio e transporte especiais. Dentre esses resíduos, destacam-se as pilhas, baterias, embalagens de agrotóxicos, embalagens de combustíveis, bem como as embalagens utilizadas para acondicionar remédios ou substâncias venenosas (PNRS, 2010, p.16).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2020), entre 2010 a 2020 houve um crescimento de geração de resíduos sólidos no Brasil, passando de 67 milhões para 79 milhões de toneladas produzidos por ano no Brasil apenas cerca de 2 % são reciclados.

Observa-se que mais de 50% dos RSU são compostos por materiais orgânicos, no entanto, apenas 1% desse volume é submetido a processo de reciclagem, como por exemplo compostagem (ABRELPE, 2019), enquanto os resíduos recicláveis convencionais, como papel, vidro, metal e plástico representam, aproximadamente, 32% do total de RSU.

Conforme os estudos abordados por Rovaris (2015, p.10) a ABRELPE informa que a região sudeste é a maior geradora de RSU gera, aproximadamente, 104.631 T/d, em contrapartida a região que menos gera RSU é a norte, gerando em torno de 12.692 T/d.¹

Compreende-se que a efetivação das práticas de sustentabilidade ambiental requer uma gestão integrada e colaborativa envolvendo as distintas esferas Federal, Estadual e Municipal, em conjunto com a participação e cooperação ativa do setor privado. Além disso, é fundamental a implementação de princípios de qualidade total em todo o sistema logístico, abrangendo desde a cadeia de suprimentos até a distribuição, e contemplando de maneira abrangente a logística reversa. Essa abordagem abrangente busca garantir a minimização dos impactos ambientais, a maximização da eficiência operacional e o aproveitamento responsável dos recursos, assegurando a harmonia entre o desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente (SANTOS, 2012, p 23).

O gerenciamento logístico abrange a parcela da cadeia logística que engloba o planejamento, implementação e controle abrangentes do fluxo e armazenamento de bens, serviços e informações correlatas, desde o ponto de origem até o cliente. Essa abordagem estratégica busca otimizar processos, coordenar atividades e promover a integração de diversos agentes envolvidos, visando garantir a entrega pontual, a qualidade dos produtos e serviços, a redução de custos e a satisfação dos clientes (CAIXETA FILHO, 2012, p.3).

Os resíduos orgânicos podem ser conceituados como a porção residual resultante de sobras e desperdícios de alimentos, bem como de resíduos vegetais e de madeira provenientes de atividades diversas (ABRELPE, 2020). Conforme Simoncini (2023, p. 9) “um caminho para a solução dos problemas relacionados ao manejo dos resíduos é o do Princípio dos Oito Erres (8R’s) – sigla que tem como ferramenta prática ações de refletir, reduzir, reutilizar, reciclar, respeitar, reparar, responsabilizar-se e repassar”. Para abordar adequadamente esses princípios,

¹ T/d => Tonelada por dia

é imperativo levar em conta uma série de fatores correlatos, tais como a prevenção e a não-geração de resíduos como objetivos ideais, aliados à adoção de padrões de consumo sustentável. Essas medidas visam preservar os recursos naturais e mitigar o desperdício (SIMONCINI, 2023, p. 10).

A biodigestão é um processo bioquímico que permite a conversão de matéria orgânica em biogás, um combustível rico em potencial calorífico, além de possibilitar a obtenção de biofertilizantes como subproduto. Esse processo representa uma forma promissora de aproveitamento energético e de recuperação de nutrientes a partir de resíduos orgânicos. Dentre todos os tratamentos existentes, a compostagem destaca-se por ser um método de reciclagem de baixo custo de instalação e operacional, além de gerar um fertilizante rico em nutrientes, empregados em produção agrícola e no paisagismo (MARCHI e GONÇALVES, 2020).

No Brasil, a fração orgânica representa aproximadamente, metade do total de RSU, configurando como um grande desafio para os municípios. Entretanto, ainda existem poucas iniciativas de reciclagem e/ou tratamento, conseqüentemente, a maior parte desses resíduos são dispostos em aterros ou até mesmo lançados em lixões, ocasionando grande impacto negativo na saúde humana e ambiente (ABRELPE, 2016).

No caso de nossa proposta que é apresentar o programa de compostagem da SEMAD Contagem é uma iniciativa que visa reduzir o volume de resíduos orgânicos enviados para o aterro sanitário, contribuindo para a preservação do meio ambiente e a geração de adubo orgânico de qualidade. A compostagem é um processo natural de decomposição da matéria orgânica, que pode ser acelerado pela ação de microrganismos e minhocas. O resultado é um produto rico em nutrientes, que pode ser usado na agricultura, na jardinagem e na recuperação de áreas degradadas.

O programa de compostagem da SEMAD Contagem começou em 2022, com a instalação de 3 leiras de compostagem na SEMAD. As leiras são estruturas feitas com paletes de madeira, onde são depositados os resíduos orgânicos coletados no sacolão Feirão da Fatura empreendimento parceira da SEMAD, nesse projeto de reciclagem dos resíduos. Além disso, o programa também realiza oficinas de educação ambiental para a população, ensinando os conceitos e as técnicas de compostagem doméstica.

Os benefícios da compostagem são diversos, tanto para o meio ambiente quanto para a sociedade. A compostagem evita que os resíduos orgânicos sejam depositados em locais inadequados, como lixões e rios, onde podem causar poluição, mau cheiro e proliferação de vetores de doenças. A compostagem também reduz a emissão de gases de efeito estufa, como o metano, que é produzido pela decomposição anaeróbica dos resíduos orgânicos no aterro

sanitário. A compostagem ainda gera um adubo orgânico de alta qualidade, que pode substituir os fertilizantes químicos, que são caros e podem contaminar o solo e a água.

O programa de compostagem da SEMAD Contagem é um exemplo de como é possível transformar um problema ambiental em uma solução sustentável, beneficiando tanto a natureza quanto as pessoas. O programa mostra que a gestão dos resíduos orgânicos pode ser feita de forma eficiente, econômica e ecológica, promovendo a educação ambiental, a cidadania e a qualidade de vida.

Este projeto foi elaborado no intuito de promover a gestão de resíduos orgânicos na Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Contagem (SEMAD) e difundir os conhecimentos sobre a compostagem. A implementação dessa técnica permitirá a oportunidade de adquirir conhecimento prático sobre a biodegradação da matéria orgânica. Isso demonstrará a viabilidade e a capacidade de realizar a compostagem, além de despertarem interesse de outros membros da instituição, como técnicos, professores, engenheiros, diretores e funcionários, para disseminar essa técnica na sociedade. Por outro lado, o projeto pode ser utilizado para realizar testes que envolvam o uso de técnicas diferenciadas, que, combinadas ao processo de compostagem, sejam capazes de biodegradar de forma diferenciada os tipos de resíduos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o programa de compostagem desenvolvido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Contagem (SEMAD).

2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar dados de concepção do programa de compostagem SEMAD -Contagem
- Caracterização dos tipos de resíduos orgânicos a serem utilizados na compostagem.
- Identificar a logística de produção da compostagem.
- Realizar a triagem do material inerte e não inerte para realização da compostagem.
- Identificar o volume produzido de composto orgânico.
- Identificar a destinação do adubo orgânico oriundo da compostagem seja para agricultura, paisagismo, jardinagem ou ainda para recuperação de áreas degradadas.
- Avaliar o desempenho do programa de compostagem e o público beneficiado.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A compostagem, uma prática consagrada e amplamente empregada ao longo do tempo, desempenha um papel fundamental na agricultura, permitindo que os agricultores aproveitemos resíduos de origem vegetal e outros produtos orgânicos para enriquecer o solo. (DINIZ FILHO, 2021, p.3).

“Uma das referências mais antigas de uso da compostagem na agricultura aparece nas placas de argila no Vale da Mesopotâmia, 1000 anos antes de Moisés. Os romanos, os gregos e tribos de Israel já conheciam a compostagem” (PIRES, 2011, p.17).

No Brasil, foi o diretor do Instituto Agrônomo de Campinas, Dafert, quem, entre os anos de 1888 e 1893, elaborou relatórios que descreviam o processo de preparação e incentivavam o uso de composto orgânico. Três décadas depois, no mesmo instituto, D'Utra realizou pesquisas que promoviam a adoção desse método na agricultura. D'Utra efetuou esse estudo com o intuito de aprimorar a agricultura e as propriedades físicas e químicas do solo, visando atingir níveis superiores de produtividade (PIRES, 2011, p.18).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 10004 de 2004, item 3.1 define resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, domiciliar, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

A Lei Federal nº 12.305, sancionada em 02 de agosto de 2010 e que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), trata em diversos artigos da reciclagem, incluindo a sua definição a compostagem conforme estabelece o artigo 3 da PNRS,

VII – destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final,

observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

A compostagem de maneira geral gera diversos benéficos, no que tange as questões sociais, ambientais e econômicas. Nesse contexto, A educação ambiental proveniente da aplicação da técnica de compostagem oferece oportunidades valiosas de ensino, aprendizagem e disseminação da cultura da sustentabilidade. Ao envolver as pessoas diretamente no processo de compostagem, elas aprendem sobre a importância da redução de resíduos, a valorização dos recursos naturais e as práticas sustentáveis. Essa conscientização ambiental pode se estender além da compostagem, levando a mudanças de comportamento mais amplas em relação ao meio ambiente (GADOTTI, 2005)

A cultura da sustentabilidade refere-se a um conjunto de valores, atitudes e práticas que promovem a conscientização e ações em prol da preservação do meio ambiente, do equilíbrio social e do desenvolvimento econômico sustentável. Essa cultura busca garantir a satisfação das necessidades presentes sem comprometer as gerações futuras (GADOTTI, 2005, p. 10).

Os benefícios econômicos gerados pela compostagem na sociedade são inúmeros. A produção de composto pode ser usada localmente em jardins comunitários, hortas urbanas ou espaços públicos, reduzindo os custos de aquisição de adubos e fertilizantes. Além disso, a compostagem social pode criar oportunidades de geração de renda através da venda ou distribuição do composto excedente para a comunidade. Ao desviar os resíduos orgânicos dos aterros sanitários, a compostagem evita a emissão de gases de efeito estufa e reduz a necessidade de recursos naturais para a produção de fertilizantes químicos. Isso promove um estilo de vida sustentável e ajuda a mitigar as mudanças climáticas, reduzido assim a pegada ambiental (WARTCHOW, 2011, p. 9).

“A compostagem é, dentre as tecnologias disponíveis para reciclagem dos resíduos orgânicos, a mais simples, barata e pode ser adaptada a diferentes escalas (domiciliar até industrial)” (DE OLIVEIRA MALTA, 2020, p.6).

Entre as opções de destinações ambientalmente adequadas, a compostagem é amplamente adotada nas capitais devido à sua eficácia como método de reciclagem de resíduos orgânicos, caracterizado por um baixo custo de instalação e operação. Além disso, a compostagem gera um fertilizante orgânico enriquecido com nutrientes essenciais, os quais são empregados na produção de alimentos orgânicos. Em virtude dessas vantagens, esse processo tem despertado o interesse tanto de instituições privadas como públicas (MARAGONI, 2021, p.6).

Para realização da compostagem existe vários métodos, os mais populares são: Método de compostagem por aeração ativa; Método compostagem aeróbica dinâmica; Método em sistemas de biofiltro, entre outros. No caso do presente estudo é utilizado o método baseado na compostagem estática por aeração passiva (MEIER ELIAS, 2014, p.49).

Esses métodos já foram aplicados em diversos Países como Alemanha, Reino Unido, Áustria, Japão além do Brasil. No Brasil ele foi empregado na UFSC desde 1994, este método de gerenciamento de resíduos urbanos permite que empresas, restaurantes, escolas e universidades se conformem com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, ao mesmo tempo em que proporciona vantagens ambientais e econômicas para a comunidade como um todo (MEIER ELIAS, 2014, p.5).

Por ser um método de fácil adaptação e utilização, ele também é utilizado na compostagem do CEFET campus II desde 2019. Este método é considerado renomado, pois a partir dele várias iniciativas de compostagem têm se disseminado ao longo dos anos. Outro exemplo do método de compostagem estática por aeração passiva é na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) (MEIER ELIAS, 2014, p. 11).

A compostagem apresenta algumas limitações e desvantagens, destacando a importância que exige o gerenciamento cuidadoso do processo. Para atingir uma compostagem bem-sucedida, é imperativo dedicar atenção contínua e manutenção regular ao sistema. Atividades como a viragem da pilha, o monitoramento preciso da umidade e o ajuste cuidadoso da proporção de materiais são tarefas essenciais para garantir a eficiência do processo (SANTOS, 2006, p.14).

Apesar dos desafios inerentes, muitas dessas questões podem ser atenuadas por meio da implementação de práticas de gestão aprimoradas e da educação da comunidade. Além das considerações relacionadas ao processo em si, há desafios adicionais, como os aspectos financeiros envolvidos. Isso inclui a alocação de recursos para insumos, investimentos e materiais, bem como a contratação de profissionais qualificados para trabalhar no projeto. A seleção adequada de materiais e a identificação de um local apropriado para a instalação da compostagem também são pontos críticos a serem considerados. Nesse contexto, a compostagem permanece uma alternativa sustentável e eficaz para o tratamento de resíduos orgânicos, desempenhando um papel crucial na redução do impacto ambiental (CESTREM, 2020, p.26)

Segundo Olinto e Pereira Neto (2007, p. 4), O produto final resultante da compostagem apresenta uma vasta variedade de aplicações e utilizações em diversas atividades, incluindo cultivo de frutas e vegetais, cultivo de plantas ornamentais e flores, áreas de lazer, hortas

domésticas e urbanas, projetos de paisagismo, recuperação de solos exauridos, controle de erosão, agricultura orgânica certificada, entre outras opções disponíveis.

3.1 Área de estudo

Este trabalho foi desenvolvido na Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD do município de Contagem – MG que tem por finalidade articular a definir e programar as políticas de meio ambiente do Município de forma integrada e intersetorial. Fica localizado na Rua: José Cavalline, nº 15, Bairro: Cinco CEP: 32.310-000.

SEGUNDO A LEI ORGÂNICA DO MUNICÍPIO LEI NO 4.320/1964 AS ATRIBUIÇÕES DA SEMAD SÃO:

I - coordenar e executar as atividades de gestão da política de meio ambiente no Município, abrangendo controle e fiscalização ambiental, estudos e projetos, educação ambiental e desenvolvimento ambiental observado a legislação estadual e federal, no que couber;

II - coordenar as atividades de planejamento e implementação das políticas de preservação de recursos naturais e de áreas verdes e de controle ambiental, em colaboração com os demais órgãos da Prefeitura;

III - coordenar as atividades de controle ambiental, gerenciando o licenciamento ambiental, a fiscalização e a avaliação dos empreendimentos de impacto, com colaboração dos demais órgãos da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação;

IV - elaborar propostas de legislação e normas ambientais e colaborar na elaboração das demais, no âmbito de atuação da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação;

V - elaborar, coordenar, executar e monitorar a implementação de planos, programas, pesquisas, projetos, ações e atividades decorrentes das políticas ambientais;

VI - normatizar, monitorar e avaliar a qualidade ambiental do Município;

VII - gerir os parques do Município;

VIII - normatizar, monitorar e avaliar a qualidade dos resíduos sólidos gerados no Município;

IX - coordenar a articulação de programas e ações de órgãos ambientais de Municípios vizinhos e de outras esferas de governo com os do Município;

- X - gerir o Fundo Municipal do Meio Ambiente;
- XI - atuar, no que lhe compete, na gestão, coordenação, participação ou apoio a conselhos e fundos, conforme determinações das leis específicas;
- XII - realizar a gestão de condicionantes;
- XIII - desenvolver outras atividades destinadas à consecução de seus objetivos.

3.2 Estrutura organizacional

A SEMAD tem a seguinte estrutura organizacional:

I - Unidades vinculadas diretamente a Secretária de Meio Ambiente:

- a) Gabinete do Secretário;
- b) Assessoria de Gestão e Inovação;
- c) Superintendência de Licitações e Suporte Administrativo
- d) Superintendência de Políticas Socioambientais;
- e) Superintendência de Planejamento em Resíduos Sólidos;
- f) Diretoria de Análise e Monitoramento de PGRS;
- g) Gerência de Acompanhamento do PGRS;
- h) Diretoria de Gestão de Resíduos;
- i) Gerência de Coleta Seletiva;

II - Diretoria de Licitações e Contratos:

- Gerência de Licitações e Contratos;
- Gerência de Suporte Administrativo e RH;
- Gerência de Apoio e Acompanhamento aos Conselhos.

III - Diretoria de Educação Ambiental:

- Gerência de Educação Ambiental para a Sustentabilidade;
- Gerência de Mobilização Socioambiental.

IV – Subsecretaria de Controle Ambiental:

- a) Assessoria;
- b) Superintendência de Licenciamento Ambiental;
- c) Diretoria de Controle Processual e Modernização;
- d) Diretoria Técnica de Regulação Ambiental;

- e) Gerência de Controle Processual.
- f) Gerência de Controle de Condicionantes;
- g) Superintendência de Fiscalização Ambiental:

Secretaria de Meio Ambiente:

Maria Thereza Mesquita

Subsecretarias:

Subsecretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Paulo Márcio dos Santos Maia

Subsecretaria de Parques, Praças e Áreas Verdes

Lindomar Diamantino Segundo

Subsecretaria de Controle Ambiental

Geraldo Vitor de Abreu

3.3 Caracterizações dos tipos de resíduos orgânicos

A caracterização dos resíduos orgânicos antes da compostagem ajuda a determinar a abordagem adequada e as condições ideais para o processo, visando obter um composto de qualidade e maximizar os benefícios ambientais da compostagem.

Os resíduos orgânicos coletados são os mais diversificados possíveis visando maior qualidade do composto orgânico gerado. Os resíduos são folhas de hortaliças em geral como: repolho, alface, rúcula entre outros. Além de legumes e frutas em geral batata, repolho, tomate, chuchu, mandioca, milho, maçã, inhame, banana entre outros.

3.4 Logísticas de produção da compostagem

O setor responsável por toda a execução, elaboração e gerenciamento da logística da compostagem na SEMAD é a Superintendência de Planejamento em Resíduos Sólidos (SUPRES). A compostagem da SEMAD é gerenciada por três técnicos. A coleta do resíduo orgânico é realizada semanalmente no Feirão da Fartura, localizado na Rua. Joaquim José, nº 1205 - Fonte Grande - CEP- 32040-632 como mostra a Figura 1, esse sacolão é parceiro da SUPRES.

Figura 1: Feirão da Fartura.



Fonte: O autor (2023).

A parceria foi realizada através de conversas com o dono do sacolão e os técnicos da SUPRES, não houve nenhuma assinatura de contrato apenas formalizações verbais e consentimento mútuo de parceria, com o intuito de alinhar interesses e esforços para abordar questões socioambientais e gestão adequada dos resíduos orgânicos. Deste modo, a colaboração entre setores público e privado é fundamental para impulsionar ações e investimentos em projetos socioambientais, além de corroborar e fazer o cumprimento do Art 3º e 36º da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que dispõe sobre a destinação final ambientalmente adequada e responsabilidade compartilhada. Essas parcerias resultam em soluções inovadoras e sustentáveis, beneficiando tanto a sociedade quanto o meio ambiente.

Durante o planejamento, gestão, gerenciamento e execução foram constatados a importância das parcerias que desempenham um papel crucial na compostagem, permitindo o acesso a matéria-prima, a redução de custos, o aumento da eficiência, o compartilhamento de conhecimentos e a criação de valor. Ao trabalhar em conjunto, os parceiros podem impulsionar

o sucesso da compostagem, promover a sustentabilidade e contribuir para a gestão adequada dos resíduos orgânicos.

3.5 Triagens do material inerte e não inerte para realização da compostagem

A triagem de resíduos orgânicos desempenha um papel fundamental na compostagem, um processo de decomposição controlada de materiais orgânicos. A triagem é feita na própria SEMAD próximo a composteira, esse processo ocorre após a chegada do resíduo orgânico. O material inerte é acondicionado no LEV (Local de Entrega Voluntario) que posteriormente será levado para reciclagem.

Na composteira da SEMAD ocorre a triagem manual ela é realizada por operadores que inspecionam visualmente os resíduos e os separam em diferentes categorias, inerte e não inerte. Durante a triagem manual, os materiais são separados de acordo com sua composição, como plástico, papel, pedra, vidro, metal (inertes) e orgânicos (não inerte).

3.6 Volumes produzidos de composto orgânico

As dimensões da composteira da SEMAD são de 1m³ cada e são três composteiras ao todo. Nesse sentido, a composteira foi construída com estrutura de paletes usando madeira envernizadas para aumentar o tempo de vida útil do material utilizado. Durante a elaboração do planejamento logístico do projeto ficou estipulado que a coleta seria realizada uma vez por semana e o local da realização da compostagem ocorreria na própria SEMAD, próximo ao viveiro de muda como mostra a Figura 2.

Figura 2: Baias de Compostagem.



Fonte: O autor (2023).

Destinação do adubo orgânico oriundo da compostagem seja para agricultura, paisagismo, jardinagem ou ainda para recuperação de áreas degradadas.

O processo de destinação do composto orgânico é feito na SEMAD semanalmente para os interessados funcionários da SEMAD. O sacolão parceiro na elaboração do projeto de compostagem da SEMAD de Contagem também recebe um quantidade de composto para seu uso próprio. Nesse aspecto, foi utilizado o adubo orgânico nas plantas e jardins da SEMAD, além de ser distribuído para os funcionários da secretaria usarem nas plantas e jardins de suas próprias residências.

Além dos diversos usos citados o composto orgânico também foi utilizado no Viveiro de Mudanças da SEMAD, realizando a propagação e plantios de mudas para todas as praças e parques do município de Contagem acarretando o reflorestamento das espécies nativas. Outras alternativas de destinação ambientalmente adequadas poderão ser desenvolvidas como: oficinas teórico-práticas ensinando visitantes e demais instituições com intuito de disseminar a técnica da compostagem. Mais ainda, o projeto piloto de compostagem da SUPRES será exemplo de posturas ambientais corretas e contribuirá na conservação da natureza de forma direta por meio da redução do volume de resíduos sólidos destinados ao aterro sanitário consequentemente aumentando a vida útil do mesmo.

Tendo em vista a apresentação dos diversos benefícios da compostagem fica difícil enumerar quantidade de usuários atendidos por esse projeto piloto, estima-se que cerca de mais de 100.000 mil pessoas serão beneficiadas diretamente e indiretamente. Nesse sentido, o presente estudo é extremamente abrangente e demonstra um escopo vasto de atuações sociais, ambientais e econômicas. A figura 3, demonstra um percurso logístico apenas da coleta, transporte e realização da compostagem. Já as aplicações ficam extremamente difíceis de mapear devido a vasta abrangência que o composto orgânico produzido na SEMAD possui, pois o mesmo traz benefícios para quase todo o município de Contagem.



Fonte: Google (2023).

3.7 Avaliar o desempenho do programa de compostagem

De forma geral o desempenho do programa de compostagem foi bem sucedido, pois programa de compostagem da SEMAD considerou diversos aspectos e realizou um planejamento extremamente balizado em fundamentos técnicos e logísticos. Durante o processo de execução da compostagem ocorreu a coleta de dados e obtenção de informações relevantes e essências para uma avaliação mais precisa e completa de todo procedimento. Assim, julgamos que nada ficou a desejar no quesito desempenho deste processo fundamental para a saúde do meio ambiente como um todo.

4 METODOLOGIA

O presente estudo expressa-se através de um processo de tratamento dos resíduos orgânicos com objetivo prático-descritivo e de abordagem quali-quantitativa. Nesse aspecto, a compostagem desenvolvida na Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Contagem (SEMAD), visa cumprir o papel de registrar a logística e operações envolvidas no programa de compostagem da secretaria.

Para a elaboração deste trabalho, foram conduzidas investigações, análises de referências bibliográficas provenientes de sites, artigos, projetos educacionais e outros Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) disponíveis online, bem como experimentos práticos por meio de um projeto de compostagem. Com base nesta pesquisa, buscou-se destacar a relevância da técnica de compostagem.

Logística é a arte e a ciência de determinação de especificações; realização de aquisições; deefetivação da distribuição, e finalmente, da manutenção em condições de operacionalidade para a vida útil do bem (GOUVEIA, 1995, p 24).

A logística passou a ser vista como: parte do processo de gestão da cadeia produtiva que planeja programa e controla o fluxo e armazenamento de produtos e serviços de forma completa levando as informações desde o ponto de origem até o ponto de consumo. (DI SERIO, 2007, p. 6).

A logística é uma área ampla e abrange muitas outras atividades, dependendo do setor e dasnecessidades específicas de cada empresa. Nessa perspectiva, os exemplos de aplicação da logística são: Gestão de estoque: envolve o controle e o gerenciamento dos níveis de estoquede uma empresa, garantindo que haja produtos suficientes disponíveis para atender à demanda, ao mesmo tempo em que se evita o excesso de estoque (SANTOS, 2012, p.13).

Planejamento da demanda: envolve a previsão da demanda futura com base em dados históricos e tendências de mercado. Isso ajuda as empresas a planejar suas operações, incluindo a produção, o estoque e a capacidade de transporte, para atender à demanda esperada.

Logística reversa: refere-se ao gerenciamento do fluxo reverso de produtos, ou seja, desde oconsumidor de volta ao fabricante. Envolve a gestão de devoluções, reparos, reciclagem, descarte adequado e recuperação de valor de produtos retornados (SHIBAO, 2010, p.4)

Logística internacional: trata do planejamento e execução de atividades logísticas em âmbito global, envolvendo o transporte internacional, a gestão de fronteiras, a coordenação de parceiros logísticos em diferentes países, o cumprimento de regulamentações alfandegárias e aduaneiras, e a gestão de riscos relacionados ao comércio internacional (ROBLES, 2015, p.10).

Esses são apenas alguns exemplos de ramos da logística. Cada um deles possui suas próprias especificidades e desafios, e muitas vezes há sobreposição entre eles, conforme as necessidades e características de cada empresa, indústria, comércio ou prefeitura.

O método de logística mais amplamente aplicado é a Logística Integrada, que se caracteriza por uma abordagem que busca a otimização das atividades logísticas ao longo da cadeia de suprimentos. Nos últimos anos, tem havido uma crescente preocupação em relação às interfaces entre os diferentes participantes da cadeia de suprimentos, o que tem impulsionado a busca por aprimoramentos nesse sentido (DI SERIO, 2007, p. 8). Além disso, há uma crescente ênfase no planejamento colaborativo entre os elos da cadeia, ou seja, na troca de informações e na cooperação entre fornecedores, fabricantes, distribuidores e varejistas, visando melhorar a eficiência e a eficácia de toda a cadeia.

O planejamento municipal é um processo que envolve a formulação de políticas, estratégias e ações para orientar o desenvolvimento e a gestão de um município de forma integrada e sustentável. Ele tem como objetivo principal promover o bem-estar da população, a melhoria da qualidade de vida, desenvolvimento sustentável e equilíbrio da cidade. Nesse sentido, apoiado pela Lei Federal nº 12.305 PNRS que cita que a destinação final ambientalmente adequada para os RSU é responsabilidade do titular dos serviços públicos de limpeza urbana. No dia 15/09/2022, o superintendente de planejamento e gestão de resíduos sólidos da SEMAD, iniciou a programação completa de planejamento logístico visando a implementação da compostagem na SEMAD de Contagem.

O primeiro passo do planejamento logístico foi encontrar um local adequado. Desta forma, foi necessário identificar uma área que fosse apropriada para a instalação de uma unidade de compostagem. Esse local deveria atender a critérios técnicos, relevo, disponibilidade de iluminação solar, distância de áreas residenciais, disponibilidade de espaço suficiente para as operações de compostagem e acesso a recursos naturais, como água e energia.

No que diz respeito à infraestrutura, foi fundamental contar com as estruturas necessárias para a compostagem eficiente. Isso inclui instalações com coberturas para abrigar as pilhas de compostagem, equipamentos de revolvimento e aeração do material, sistemas de drenagem adequados, recipientes para a coleta e separação dos resíduos orgânicos.

Um planejamento adequado sobre o volume a ser produzido na compostagem é essencial para garantir a eficiência e viabilidade do processo. Para isso, algumas considerações foram levadas em conta pelo setor responsável por toda a execução, elaboração e gerenciamento da logística da compostagem na SEMAD, a Superintendência de Planejamento em Resíduos Sólidos (SUPRES). Os técnicos responsáveis pela compostagem são 3, além do responsável

geral do projeto o superintendente da SUPRES atualmente subsecretário de limpeza urbana. Essas considerações trás o levantamento da quantidade de resíduos orgânicos disponíveis, previsão de demanda e capacidade de processamento, definição de metas e objetivos, monitoramento e ajustes.

Ao considerar esses aspectos no planejamento do volume a ser produzido na compostagem, é possível assegurar que a unidade de compostagem funcione de maneira eficiente, atendendo às necessidades de demanda e contribuindo para a gestão adequada dos resíduos orgânicos.

Quanto ao transporte, foi necessário planejar a logística para a movimentação dos resíduos orgânicos até o local de compostagem. Isso envolveu a definição de rotas eficientes, a seleção de veículos adequados para o transporte dos resíduos, a programação de horários e a coordenação com os prestadores de serviços de coleta de resíduos.

4.1 O papel da SEMAD

O papel da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) na elaboração do Programa de Compostagem de Contagem é fundamental para garantir a gestão adequada dos resíduos orgânicos gerados na cidade. A compostagem é um processo natural de decomposição da matéria orgânica, que transforma os resíduos em adubo, reduzindo o volume de lixo destinado aos aterros sanitários e contribuindo para a preservação do meio ambiente.

A SEMAD é responsável por coordenar e executar as políticas públicas ambientais do município, promovendo a educação ambiental, o controle da poluição, a fiscalização das atividades potencialmente poluidoras, a conservação dos recursos naturais e a recuperação das áreas degradadas. Dentro desse contexto, a Semad elaborou o Programa de Compostagem de Contagem, que tem como objetivo incentivar e apoiar a implantação de sistemas de compostagem doméstica, comunitária e institucional na cidade.

O Programa de Compostagem de Contagem oferece capacitação técnica, orientação, acompanhamento e fornecimento de materiais para os interessados em aderir à prática da compostagem. Além disso, o programa realiza ações de divulgação e sensibilização sobre os benefícios da compostagem para a população, como a redução da geração de lixo, a economia de recursos financeiros, a melhoria da qualidade do solo e das plantas, a diminuição das emissões de gases de efeito estufa e a valorização da responsabilidade socioambiental.

A SEMAD também monitora e avalia os resultados do Programa de Compostagem de

Contagem, verificando o grau de satisfação dos participantes, o desempenho dos sistemas de compostagem, a qualidade do composto produzido e o impacto ambiental da iniciativa. Os dados coletados servem para aprimorar o programa e ampliar o seu alcance na cidade.

A SEMAD espera que o Programa de Compostagem de Contagem seja um exemplo de gestão participativa e integrada dos resíduos orgânicos, que possa inspirar outras cidades a adotarem essa prática sustentável e contribuir para a construção de uma sociedade mais consciente e comprometida com o meio ambiente.

Nesse contexto, o projeto de compostagem na SEMAD teve início em 2022 e abrange praticamente todo o município de Contagem. Isso se deve ao uso do composto orgânico resultante da compostagem, empregado na adubação do viveiro de mudas da SEMAD. Posteriormente, essas mudas alimentam as praças e parques do município. A logística de transporte abrange principalmente três bairros: Cinco, Cincão e Fonte Grande.

Este projeto piloto de compostagem na SEMAD está inspirando a adoção da compostagem em outras esferas públicas. Essa iniciativa também está influenciando a adoção da compostagem como ferramenta de educação ambiental no aterro sanitário de Contagem, assim como em alguns parques e praças do município, como o Parque Fernão Dias e o Parque Ecológico Eldorado.

Embora não exista uma lei ou portaria que obrigue um período de manutenção do projeto, seu apelo social, econômico e ambiental tem sido bem recebido pela população e pela SEMAD. A ideia é que o programa perdure por muitos anos, sendo aprimorado continuamente em termos de gestão, gerenciamento e qualidade. Até o momento, foram coletadas mais de 10 toneladas de resíduos orgânicos, resultando na produção de aproximadamente 5 toneladas de composto orgânico.

O método proposto para este programa é baseado na Compostagem Estática por Aeração Passiva, desenvolvido pela UFSC, o mesmo utilizado na compostagem do CEFET Campus II. O objetivo do programa é que o material apresentado aqui se torne um instrumento útil para o gerenciamento de resíduos orgânicos. Nessa perspectiva, o programa busca possibilitar a continuidade, expansão e valorização da compostagem como parte de ações que demonstrem responsabilidade institucional perante a sociedade e o meio ambiente, alinhando-se à necessidade de sustentabilidade na gestão de resíduos e do meio ambiente como um todo.

Os beneficiados pelo programa de compostagem incluem a sociedade como um todo, tanto em termos de benefícios diretos quanto indiretos. A SEMAD e seus funcionários também são beneficiados, assim como a população em geral, que pode desfrutar de ambientes arborizados de qualidade e solo nutritivo em praças e parques. Além disso, visitantes das praças

e parques de Contagem podem experimentar essa sustentabilidade cíclica que envolve a sociedade, o meio ambiente e a economia. Portanto, os benefícios do programa de compostagem vão além do visível, baseando-se não apenas em aspectos quantitativos, mas também na qualidade de vida e ambiental. A SEMAD visa que a compostagem seja reconhecida como uma ferramenta de gestão de resíduos gerados na reciclagem dos resíduos orgânicos, bem como na manutenção de jardins e árvores das praças, parques e espaços públicos de Contagem.

4.2 O método de compostagem promovido pela SEMAD Contagem

A compostagem é um processo natural que envolve a ação de micro-organismos, como bactérias e fungos, que degradam a matéria orgânica em condições adequadas de umidade, temperatura e aeração (SERPA FILHO, 2013).

Existem diferentes tipos de métodos de compostagem, que podem ser realizados em escala doméstica, comunitária ou industrial. Cada um tem suas vantagens e desvantagens, dependendo do espaço disponível, da quantidade e da origem dos resíduos, do tempo e dos recursos necessários.

A compostagem doméstica é feita em casa, geralmente em um recipiente chamado de composteira, que pode ser adquirido ou construído com materiais simples. Nela, são colocados os resíduos orgânicos produzidos na cozinha e no jardim, misturados com materiais secos, como serragem ou folhas secas. A composteira deve ser revirada periodicamente para garantir a aeração e a homogeneização do material. O processo pode levar de dois a seis meses, dependendo das condições e do tipo de resíduo. O resultado é um composto rico em nutrientes, que pode ser usado como fertilizante nas plantas (SERPA FILHO, 2013).

A compostagem comunitária é feita em conjunto por um grupo de pessoas que compartilham um espaço comum para depositar seus resíduos orgânicos. Esse espaço pode ser uma área verde, um terreno baldio ou um local cedido por uma instituição. A compostagem comunitária requer uma organização prévia dos participantes, que devem separar os resíduos em casa e levá-los ao local combinado. Lá, os resíduos são colocados em pilhas ou leiras, que devem ser monitoradas e reviradas regularmente. O processo pode levar de três a nove meses, dependendo das condições e do tipo de resíduo. O composto produzido pode ser distribuído entre os participantes ou doado para projetos sociais ou ambientais (SERPA FILHO, 2013).

A compostagem industrial, conforme abordamos aqui em nosso trabalho é feita em grande escala por empresas especializadas ou órgãos públicos, que coletam os resíduos orgânicos de diversas fontes, como restaurantes, mercados, escolas e hospitais. A compostagem

industrial utiliza equipamentos sofisticados para controlar as condições do processo, como temperatura, umidade e oxigênio. O processo pode levar de um a três meses, dependendo do método utilizado. O composto gerado pode ser vendido ou utilizado em projetos de recuperação de áreas degradadas ou agricultura urbana (SERPA FILHO 2013).

A compostagem é uma forma de reduzir o volume de lixo enviado aos aterros sanitários, diminuindo o impacto ambiental e gerando um produto útil para o solo. Além disso, a compostagem contribui para a educação ambiental e o fortalecimento da cidadania, ao estimular a participação e a responsabilidade dos indivíduos na gestão dos resíduos.

4.3 Método da picagem dos resíduos orgânicos

A picagem dos resíduos orgânicos geralmente é feita por meio de equipamentos específicos, como trituradores ou picadores. Para tanto, a metodologia de picagem do resíduo orgânico utilizada nesse estudo de caso foi realizada de maneira manual pelo próprio jardineiro da SEMAD.

O gerenciamento do processo de compostagem é essencial para monitorar, controlar e aperfeiçoar cada etapa do processo de decomposição de resíduos orgânicos, com o objetivo de garantir a eficiência da transformação bioquímica e a produção de composto de alta qualidade (ABREU, 2013, p.33).

Isso envolve a realização regular da verificação da temperatura, o revolvimento do material para assegurar uma aeração adequada, o controle da umidade e o monitoramento de odores. Além disso, é importante controlar o tempo de compostagem e garantir que os materiais estejam sendo compostados de maneira adequada (BRINGHENTI, 2018, p.162).

Durante o processo de compostagem é realizado alguns testes para verificar o grau de temperatura e maturação da leira de compostagem. Kiehl, (1985) explica um simples teste que pode ser aplicado, denominado “teste da vara de madeira”. Neste experimento, um galhete de madeira é imerso no monte de composto, estabelecendo um enterramento permanente. Ao remover o galho, verifica-se sua condição:

- Fria e molhada: na pilha não está havendo fermentação, provavelmente por excesso de água na massa;
- Levemente morna e seca, com traços de filamentos brancos de micélio de fungos: a pilha necessita mais água;

Sob as condições de alta temperatura, umidade e presença de manchas de cor marrom-escuro, verifica-se que as condições para a compostagem estão adequadas.

Além disso, ao estar livre de matéria orgânica não decomposta, com odor característico

de terra molhada e sendo facilmente reintroduzido na pilha, confirma-se que o composto está pronto para utilização.

O revolvimento do material compostado, também conhecido como revolvimento da pilha de compostagem, é uma prática importante para garantir uma decomposição eficiente e de alta qualidade. Consiste em virar ou misturar os materiais da pilha de compostagem, promovendo uma melhor aeração, homogeneização e otimização das condições para o processo de decomposição.

Essa técnica realizada durante o processo de compostagem trás diversos benefícios entre eles: Aeração, ao revirar a pilha de compostagem, o ar é introduzido na massa, proporcionando oxigênio aos microrganismos decompositores aeróbicos. Isso é essencial para manter um ambiente adequado de decomposição aeróbia, que é mais eficiente e resulta em um composto de melhor qualidade. A aeração adequada também evita a formação de odores desagradáveis, como resultado da decomposição anaeróbia.

Homogeneização, o revolvimento do material ajuda a misturar e homogeneizar os diferentes componentes da pilha de compostagem. Isso garante que os resíduos sejam distribuídos de maneira uniforme, permitindo que todos os materiais sejam expostos às condições favoráveis de decomposição. Além disso, ajuda a evitar a formação de áreas compactas ou empacotadas dentro da pilha.

Controle da umidade, o revolvimento da pilha de compostagem ajuda a controlar a umidade do material. Se a pilha estiver muito úmida, o revolvimento ajuda a aumentar a circulação de ar, permitindo que a umidade excessiva evapore e a pilha seque. Por outro lado, se a pilha estiver muito seca, o revolvimento pode ajudar a redistribuir a umidade, melhorando a disponibilidade de água para os microrganismos decompositores.

Controle da temperatura, o revolvimento regular do material compostado ajuda a controlar a temperatura da pilha. Durante a decomposição, a atividade microbiana pode elevar a temperatura da pilha, o que é desejável para o funcionamento adequado da composteira. No entanto, temperaturas muito altas podem afetar negativamente os microrganismos decompositores. O revolvimento ajuda a dissipar o calor acumulado, evitando que a temperatura atinja níveis prejudiciais.

Frequência e técnica de revolvimento, depende de vários fatores, como o tipo de resíduos, o tamanho da pilha e as condições ambientais. Geralmente, o revolvimento é realizado dependendo da taxa de decomposição e das características do processo de compostagem.

É importante ressaltar que o revolvimento excessivo ou inadequado do material pode interromper o processo de decomposição ou causar perdas de umidade e nutrientes essenciais.

Essa técnica ocorre retirando a parte de baixo da composteira e levando pra cima e tirando a parte de cima e levando pra baixo, como mostra a Figura 5. Nessa perspectiva, o estudo de caso utilizou o revolvimento de acordo com o período da compostagem, logo no primeiro mês o revolvimento ocorreu a cada três dias e a partir do segundo mês uma vez por semana.

Figura 4: Revolvimento da leira de compostagem.



Fonte: O autor (2023).

A cura do composto orgânico, também conhecida como maturação ou envelhecimento do composto, é uma etapa final no processo de compostagem. Consiste em permitir que o composto passado pelo estágio ativo de decomposição descanse e amadureça antes de ser utilizado. Durante a cura, ocorrem importantes transformações químicas e biológicas no composto. Após o processo de cura ocorre o peneiramento do composto orgânico para posteriormente ser armazenado, como demonstrado na Figura 5.

Figura 5: Peneiramento do composto orgânico.



Fonte: : O autor (2023)

O composto pronto é escuro (preto), tem cheiro de terra molhada, e não se distingue dos materiais utilizados para sua composição. A logística do presente estudo envolve todas essas etapas e as mesmas são realizadas na própria SEMAD. Os equipamentos utilizados durante o processo são enxada, pá, rastelo, facão, peneira, carrinho de mão, entre outros.

4.4 Os benefícios ambientais e sociais da compostagem

A compostagem é um processo natural que transforma resíduos orgânicos em adubo, um fertilizante rico em nutrientes que pode ser usado na agricultura, na horticultura e na jardinagem. A compostagem tem vários benefícios ambientais e sociais, tais como:

- Diminuir a quantidade de resíduos destinados aos aterros sanitários é crucial, uma vez que estes podem resultar na emissão de gases de efeito estufa, como o metano, além de causar a contaminação do solo e da água por substâncias tóxicas.

- Contribui para a preservação dos recursos naturais, pois evita a extração de matéria-prima para a produção de fertilizantes sintéticos, que também consomem energia e geram poluição.

- Melhora a qualidade do solo, pois aumenta a sua capacidade de reter água e nutrientes, favorece a atividade biológica e previne a erosão e o esgotamento.

- Promove a biodiversidade, pois cria um habitat para micro-organismos benéficos, como bactérias, fungos e minhocas, que ajudam a decompor a matéria orgânica e a reciclar os nutrientes.

- Estimula a educação ambiental, pois sensibiliza as pessoas para a importância da redução, da reutilização e da reciclagem dos resíduos, bem como para o valor da agricultura orgânica e da alimentação saudável.

A compostagem é uma forma simples, econômica e sustentável de transformar um problema ambiental em uma solução ecológica. Ao fazer compostagem, estamos contribuindo para o equilíbrio do ciclo da vida e para o bem-estar do planeta e das futuras gerações.

Conforme GADOTTI (2005), é um processo que envolve as pessoas da sociedade como um todo para contribuírem para o bem do meio ambiente e controle de emissão de resíduos sólidos e orgânicos na natureza.

4.5 A compostagem e a emissão de CO₂

Conforme já dito anteriormente a compostagem é um processo natural que transforma a matéria orgânica em adubo, um fertilizante rico em nutrientes que pode ser usado na agricultura

ou na jardinagem. A compostagem ajuda a reduzir a quantidade de lixo que vai para os aterros sanitários e contribui para a preservação do meio ambiente.

No entanto, a compostagem também gera gás carbônico (CO_2), um dos principais gases de efeito estufa que causam o aquecimento global. O CO_2 é liberado durante a decomposição aeróbica da matéria orgânica, que ocorre na presença de oxigênio. A quantidade de CO_2 produzida depende de vários fatores, como o tipo de material, a umidade, a temperatura, o tamanho das partículas e o tempo de compostagem.

A compostagem apresenta benefícios ambientais adicionais, incluindo a mitigação da emissão de metano (CH_4), um gás de efeito estufa gerado durante a decomposição anaeróbica da matéria orgânica, ocorrendo na falta de oxigênio. É relevante destacar que o potencial de aquecimento global do metano é 28 vezes superior ao do CO_2 . A compostagem também evita a contaminação do solo e água pelos resíduos orgânicos e melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Assim, concluímos que a compostagem é uma prática sustentável que traz benefícios tanto para o produtor quanto para o meio ambiente. A emissão de CO_2 pela compostagem é um fator que deve ser levado em conta, mas não anula os seus efeitos positivos. A compostagem pode ser feita em pequena ou grande escala, desde que sejam seguidas as recomendações técnicas para garantir a qualidade do composto e minimizar os impactos ambientais.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em nosso estudo de caso acompanhamos o processo de triagem de resíduos que desempenha um papel fundamental na compostagem, um processo de decomposição controlada de materiais orgânicos. A triagem é feita na própria SEMAD próximo a composteira, esse processo ocorre após a chegada do resíduo orgânico. O material inerte é acondicionado no LEV (Local de Entrega Voluntario) que posteriormente será levado para reciclagem na ASMAC (Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Contagem), como demonstrado na Figura 6.

Figura 6: Segregação do resíduo.



Fonte: : O autor (2023)

No âmbito do presente estudo, optou-se pela aplicação do método fundamentado na técnica da compostagem estática por meio de aeração passiva. Essa escolha se fundamenta na busca por uma abordagem que promova eficaz decomposição dos resíduos orgânicos, conferindo maior eficiência ao processo e contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

Na composteira da SEMAD ocorre a triagem manual ela é realizada por operadores que inspecionam visualmente os resíduos e os separam em diferentes categorias, inerte e não inerte. Durante a triagem manual, os materiais são separados de acordo com sua composição, como plástico, papel, pedra, vidro, metal (inertes) e orgânicos (não inerte).

A técnica utilizada foi o revolvimento do material compostado, também conhecido como revolvimento da pilha de compostagem, é uma prática importante para garantir uma decomposição eficiente e de alta qualidade. Consiste em virar ou misturar os materiais da pilha

de compostagem, promovendo uma melhor aeração, homogeneização e otimização das condições para o processo de decomposição, como demonstrado na Figura 7.

Figura 7: Composteira em camadas.



Fonte : O autor (2023)

O objetivo do trabalho foi caracterizar o programa de compostagem desenvolvido pela SEMAD. Deste modo, a colaboração entre setores público e privado é fundamental para impulsionar ações e investimentos em projetos sustentáveis, além de corroborar e fazer o cumprimento do Art 3º e 36º da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que dispõe sobre a destinação final ambientalmente adequada e responsabilidade compartilhada. A parceria entre o Feirão da Fartura e a SEMAD resultam em soluções inovadoras e sustentáveis, beneficiando tanto a sociedade quanto o meio ambiente.

É importante destacarmos ainda que a compostagem também gera gás carbônico (CO₂), um dos principais gases de efeito estufa que causam o aquecimento global. O CO₂ é liberado durante a decomposição aeróbica da matéria orgânica, que ocorre na presença de oxigênio. A quantidade de CO₂ produzida depende de vários fatores, como o tipo de material, a umidade, a temperatura, o tamanho das partículas e o tempo de compostagem. É corriqueira a emissão de dióxido de carbono (CO₂) nesse contexto, contudo, é imperativo destacar que tal emissão não pode ser equiparada àquela que ocorreria caso esses resíduos fossem, por exemplo, indiscriminadamente depositados em lixões, prática comumente observada na maioria das

localidades no Brasil. Essa ressalva é crucial para realçar a significativa contribuição da gestão adequada de resíduos, evidenciando a importância da mitigação de impactos ambientais e do fomento à sustentabilidade.

A sociedade está tendo este conhecimento e os nossos governantes também estão ficando mais atentos quanto a esses cuidados e colocando em prática a destinação correta dos resíduos sólidos e orgânicos para o bem estar do meio ambiente. Resíduos nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, domiciliar, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Na composteira analisada, a picagem dos resíduos orgânicos geralmente é feita por meio de equipamentos específicos, como trituradores ou picadores. Para tanto, o método de picagem do resíduo orgânico utilizada nesse estudo de caso foi realizada de maneira manual pelo próprio jardineiro da SEMAD, conforme ilustramos na figura 8.

Figura 8: Picagem do resíduo orgânico.



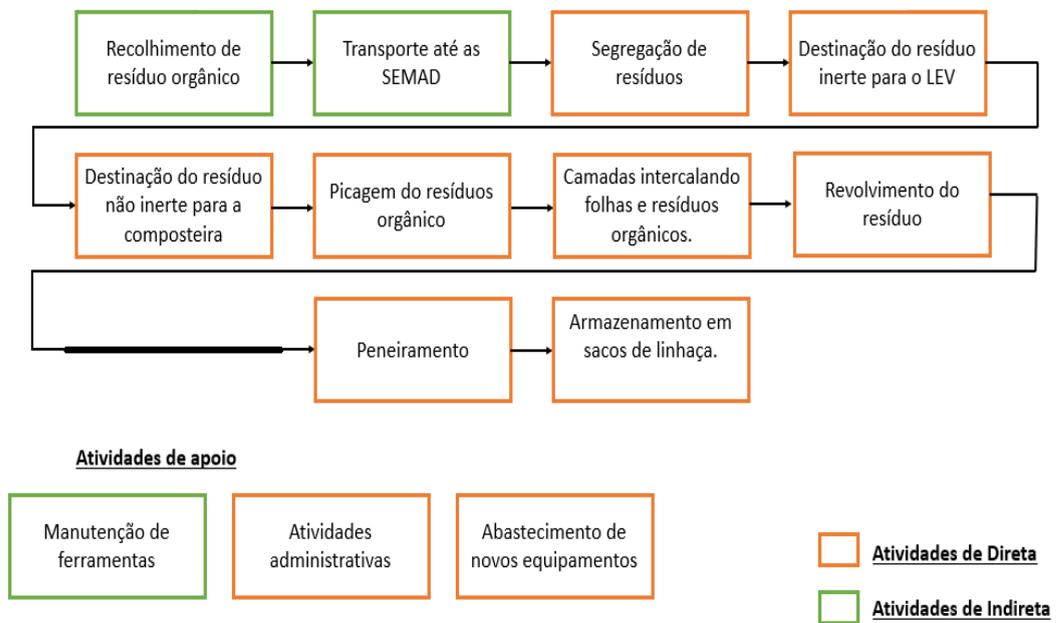
Fonte: : O autor (2023)

A SEMAD realiza a coleta dos resíduos no sacolão Feirão da Fartura. O armazenamento temporário ocorre em tambores que são transportados pela caminhonete da SEMAD. A logística de transporte visa garantir que os resíduos orgânicos sejam levados com o menor custo

e no menor tempo possível. Para isso, optamos pela rota com o trajeto mais curto. Após o transporte dos resíduos até a SEMAD, eles são encaminhados para a área de compostagem. Em seguida, é realizada a coleta de materiais inertes e não inertes. Os resíduos inertes são destinados ao LEV para posterior reciclagem. Já os não inertes passam pelo processo de picagem.

Na etapa seguinte, os resíduos orgânicos picados são dispostos em camadas, intercalando folhas e outros resíduos orgânicos. Após um período de espera, promovemos o revolvimento do resíduo, utilizando a técnica de retirar a parte de baixo e colocá-la em cima, e vice-versa. Se, após cerca de três meses, o resíduo for considerado homogêneo pelo técnico de compostagem, procedemos ao peneiramento e ao armazenamento em sacos de linhaça, conforme ilustramos na figura 9.

Figura 9: Fluxograma de Atividade – Compostagem SEMAD.



Fonte: : O autor (2023)

Os resíduos orgânicos coletados são os mais diversificados possíveis visando maior qualidade no composto orgânico gerado. Os resíduos são folhas de hortaliças em geral como: repolho, alface, rúcula entre outros. Além de legumes e frutas em geral repolho, alface, rúcula, abobrinha, mandioca, berinjela, chuchu, couve-flor, cenoura, abóbora, batata, manga, uva, pimentão, batata-doce, tomate, berinjela, banana, repolho, chuchu, milho, maçã, inhame, maracujá.

Vimos ainda que o setor responsável por toda a execução, elaboração e gerenciamento

da logística da compostagem na SEMAD é a Superintendência de Planejamento em Resíduos Sólidos (SUPRES). No exercício de minha função como responsável técnico na área de análise e manutenção, incumbia-me gerenciar integralmente a composteira. Além disso, desempenhava a responsabilidade de oferecer treinamento aos colaboradores envolvidos na manipulação da composteira, bem como de apresentar de forma sistemática todos os relatórios e anotações pertinentes a esse processo.

Na qualidade de estagiário vinculado ao CEFET na SEMAD, minha atuação estendia-se à documentação fotográfica minuciosa de todas as etapas do processo de compostagem, abrangendo também as nuances do procedimento logístico. Adicionalmente, promovia apresentações periódicas aos membros da SUPRES, destacando as dificuldades, resultados obtidos e desafios enfrentados pelo programa de compostagem, contribuindo assim para uma comunicação transparente e informada sobre o desenvolvimento do projeto. A coleta do resíduo orgânico é realizada semanalmente. Isso é interessante, pois evita o acúmulo dos resíduos.

Com relação às dimensões da composteira da SEMAD são 1m^3 de 1m^3 cada e são três composteiras ao todo, totalizando 3m^3 . Nesse sentido, a composteira foi construída com estrutura de paletes usando madeira envernizadas para aumentar o tempo de vida útil do material utilizado.

O programa de compostagem realizará, ao final do ano, uma análise abrangente de todas as ações empreendidas. As ações se caracterizam como: gestão completa da composteira, gerenciamento do processo logístico, treinamento dos colaboradores, documentação fotográfica detalhada do processo de compostagem, apresentações regulares à SUPRES, planilha detalhada da coleta dos resíduos orgânicos, apresentação trimestral das dificuldades, resultados e desafios do programa. Dentro desse escopo, destaca-se o programa de compostagem da SEMAD. Nessa perspectiva, será avaliada a capacidade do programa em atingir seus objetivos, estando em foco a eficiência, eficácia e satisfação do projeto piloto perante a SEMAD, a equipe técnica envolvida e as pessoas beneficiadas.

Os parâmetros a serem avaliados incluem o volume de resíduos processados, qualidade do composto produzido, tempo de compostagem, controle de odores e vetores, monitoramento de parâmetros ambientais, educação e conscientização, e uso do composto.

A análise conjunta com os avaliadores revelou que, de acordo com o planejamento, objetivos e metas estipuladas, o projeto obteve resultados expressivos e alto desempenho. Esses resultados foram redução de resíduos, produção de composto orgânico, menor emissão de gases de efeito estufa, economia de recursos, educação ambiental, sustentabilidade, melhoria da

qualidade do solo, estímulo à agricultura sustentável, redução de custos e cumprimento de normativas ambientais. Esses resultados foram medidos através de planilha detalhada da coleta dos resíduos orgânicos, apresentação trimestral das dificuldades, resultados e desafios do programa e relatórios mensais.

Foram coletadas aproximadamente 10 toneladas de resíduo orgânico, produzindo cerca de 5 toneladas de composto orgânico no período de 12 meses. Esse quantitativo alinhou-se à previsão estimada durante a fase de planejamento, que indicava a coleta de cerca de 13 toneladas de resíduo por ano e a produção de aproximadamente 7 toneladas de composto orgânico.

Outro aspecto de suma importância constatado por meio de técnicas qualitativas é a alta qualidade do composto, isso é comprovado através dos testes realizados durante o processo de compostagem como por exemplo o “teste da vara de madeira”. A análise referente ao tempo de compostagem atendeu aos parâmetros técnicos, em consonância com a literatura científica. O controle de vetores e odores manteve-se em padrões aceitáveis, sendo monitorado continuamente em busca de aprimoramento, esse monitoramento foi realizado através de análise quantitativa por meio da experiência dos técnicos que realizam o gerenciamento do programa de compostagem.

O monitoramento ocorreu ao longo de todo o projeto, acompanhando periodicamente a temperatura, umidade e aeração para garantir condições ideais de decomposição, esses parâmetros foram medidos e monitorados através da comparação com as bibliografias técnicas existentes, além da utilização do manual técnico de compostagem do CEFET. A SUPRES expressou satisfação com a avaliação, destacando a eficácia das iniciativas de educação e conscientização ambiental, a contribuição na redução de resíduos orgânicos enviados para aterros sanitários e o cumprimento das metas da SEMAD.

O composto resultante foi utilizado no viveiro de mudas da SEMAD, sendo as mudas plantadas em diversas praças e parques de Contagem. Até o momento, estima-se que essas mudas foram plantadas em cerca de 8 praças diferentes e 4 parques. Além disso, o composto é empregado no projeto "Verdejar Contagem", que visa aumentar o número de árvores na cidade, especialmente durante o período chuvoso e reposição das árvores suprimidas no manejo anual.

O projeto Verdejar Contagem, é uma iniciativa da SEMAD, e atende as regiões de Eldorado, Nacional, Petrolândia, Ressaca, Riacho, Vargem das Flores e Industrial. Mais de 100.000 mil pessoas nessas regiões serão beneficiadas diretamente e indiretamente, graças ao plantio de árvores adubadas pelo composto orgânico proveniente do programa de compostagem da SEMAD.

O programa envolveu mais de 15 trabalhadores em todas as fases, desde o planejamento

até a distribuição do composto orgânico. Os objetivos, tanto gerais quanto específicos, foram atingidos ao longo do trabalho, com a apresentação detalhada dos dados de concepção, logística de produção, triagem de materiais, volume produzido de composto orgânico, destinação do adubo e avaliação de desempenho.

A população de Contagem, moradora dessas regiões, será beneficiada com diversos ganhos ambientais, sociais e econômicos como:

A população dessas regiões, será beneficiada com diversos ganhos ambientais, sociais e econômicos como:

- Melhoria da Qualidade do Ar: As plantas, especialmente as árvores, desempenham um papel crucial na absorção de dióxido de carbono (CO₂) e na liberação de oxigênio durante a fotossíntese, contribuindo para a melhoria da qualidade do ar

- Redução da Poluição do Ar: Árvores e plantas ajudam a filtrar poluentes do ar, como partículas em suspensão e gases tóxicos, ajudando a reduzir a poluição atmosférica;

- Conforto Térmico e Sombreamento: Árvores fornecem sombra, reduzindo a temperatura em áreas urbanas e proporcionando conforto térmico. Isso é especialmente importante em climas quentes;

- Conservação de Água e Solo: As raízes das plantas ajudam a estabilizar o solo, prevenindo a erosão. Além disso, as plantas contribuem para a retenção de água no solo, promovendo a conservação dos recursos hídricos;

Aumento da Biodiversidade: As áreas arborizadas e com vegetação promovem a diversidade de fauna e flora, criando habitats para diferentes espécies de animais e plantas;

- Recreação e Bem-Estar: Parques, áreas verdes e florestas proporcionam espaços para atividades recreativas, como caminhadas, corridas e piqueniques, contribuindo para o bem-estar físico e mental da população;

- Redução do Estresse e Melhoria da Saúde Mental: A presença de plantas e árvores está associada à redução do estresse, ansiedade e depressão, promovendo a saúde mental;

- Melhoria da Qualidade da Água: As plantas auxiliam na filtragem da água, removendo impurezas e poluentes, contribuindo para a melhoria da qualidade da água em rios e lagos;

- Aumento do Valor Estético e Valorização Imobiliária: Áreas verdes e arborizadas melhoram a estética das comunidades, tornando-as mais atraentes, podendo aumentar o hedônico.

- Redução do Ruído Urbano: Barreiras naturais, como árvores e arbustos, podem ajudar a reduzir o impacto do ruído urbano, proporcionando um ambiente mais tranquilo.

Esses benefícios ressaltam a relevância intrínseca do programa de compostagem da

SEMAD, que se destaca por sua capacidade de preservar e fomentar áreas verdes, fortalecer a arborização urbana e promover práticas sustentáveis. Tais resultados atestam a significativa contribuição do referido programa na busca pela garantia de um ambiente saudável e equilibrado para a população, reforçando assim sua importância estratégica na promoção da sustentabilidade ambiental e do bem-estar coletivo.

No âmbito do programa de compostagem da SEMAD, foram plantadas aproximadamente mil mudas, beneficiando cerca de 25 mil famílias. A aplicação dos 10 m³ de composto foi direcionada para praças, parques e o viveiro de mudas da SEMAD. Cada muda recebeu, em média, cerca de 1 kg de composto, sendo este um valor representativo que varia de acordo com o porte e a espécie da muda, abrangendo diferentes tamanhos e características. Esta média proporciona uma estimativa geral do composto utilizado para cada tipo de muda, evidenciando a versatilidade e adaptabilidade do programa em questão, conforme ilustramos na figura 10.

Figura 10: Mudas adubadas com o composto orgânico.



Fonte: : O autor (2023)

Em suma, o programa cumpriu seus objetivos e teve um impacto positivo significativo, beneficiando não apenas o meio ambiente, mas também a qualidade de vida da população local.

6 CONCLUSÕES

Vimos neste estudo de caso que a compostagem é uma forma de reciclar os resíduos orgânicos, como restos de alimentos, folhas e galhos, transformando-os em adubo para as plantas. A compostagem é um processo natural que envolve a ação de micro-organismos, como bactérias e fungos, que degradam a matéria orgânica em condições adequadas de umidade, temperatura e aeração. Existem diferentes tipos de métodos de compostagem, que podem ser realizados em escala doméstica, comunitária ou industrial. Cada um tem suas vantagens e desvantagens, dependendo do espaço disponível, da quantidade e da origem dos resíduos, do tempo e dos recursos necessários.

O método utilizado para o desenvolvimento desse estudo é baseado na compostagem estática por aeração passiva (desenvolvido pela UFSC) (MEIER ELIAS, 2014, p.49).. Esse método é bastante renomado e serve como modelo para várias iniciativas de tratamento de resíduos orgânicos, em especial para a compostagem realizada no CEFET campus II. Vários elementos podem ser considerados na caracterização dos resíduos orgânicos entre eles identificação do o tipo de resíduos orgânicos,pois diferentes materiais possuem composições e características de decomposição variadas.

Foi analisado o processo de compostagem da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD tem por finalidade articular a definir e programar as políticas de meio ambiente do Município de forma integrada e intersetorial, do município de contagem – MG.

Segundo alguns estudos, a emissão de CO₂ pela compostagem é menor do que a emissão causada pela incineração ou pelo depósito em aterros sanitários. Além disso, o CO₂ proveniente da compostagem é considerado neutro em termos de balanço de carbono, pois corresponde ao carbono que foi absorvido pelas plantas durante o seu crescimento. Portanto, a compostagem não aumenta a concentração de CO₂ na atmosfera, mas apenas recicla o carbono que já faz parte do ciclo natural.

O programa de compostagem na SEMAD promove a transformação da matéria orgânica em adubo, um composto nutricionalmente rico utilizado em práticas de jardinagem e adubação.

Se todos os estados e municípios tivessem um programa de compostagem para os resíduos orgânicos o meio ambiente agradecerá e teríamos menos emissão de gases para o meio ambiente. Conforme vimos nas seções da metodologias especificamente a seção 4.2, os benefícios são enormes. Nossos governantes precisam estar atentos a ações como estas da SEMAD.

Para mim, é motivo de grande orgulho e prazer fazer parte deste projeto piloto que trouxe pilares gigantescos para a sustentabilidade no município de Contagem. Saber que fomos pioneiros neste projeto na SEMAD é uma alegria e satisfação imensuráveis. O meu orgulho reside no conhecimento de que, mesmo após deixar a SEMAD, o projeto permanece vibrante e contínuo é extremamente satisfatório e enriquecedor para o meu currículo pessoal e profissional.

Por se tratar de um tema bastante relevante para a comunidade acadêmica, deixamos abaixo uma extensa lista da bibliografia utilizada neste nosso pequeno projeto, julgamos que outros estudantes e pessoas interessadas reflitam mais sobre esse assunto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrelpe. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. (2020). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 23 de abril de 2023.

ABREU, Marcos José de et al. **Gestão comunitária de resíduos orgânicos: o caso do Projeto Revolução dos Baldinhos (PRB), Capital Social e Agricultura Urbana**. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/107404/320464.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 de abril de 2023.

Brasil. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. *Diário Oficial da União*, Brasília, seção 1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 02 de abril de 2023.

Brasil. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. **Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei nº 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei nº 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112527.htm. Acesso em: 02 de abril de 2023.

Brasil. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2019**. Brasília: SNS/MDR, 2020. 244 p.

Belo Horizonte, Prefeitura. **Central de Tratamento de Resíduos Sólidos**. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/slu/informacoes/coleta-seletiva/central-de-tratamento>. Acesso em: 17 de agosto de 2023.

BRINGHENTI, J. et al. **Organic Waste Composting and Vermicomposting as**

Sustainable Practice in Higher Education Institutions. In: Towards Green Campus Operations. Springer, Cham, p. 159-173, 2018.

CAMPBELL, S. **Manual de compostagem para hortas e jardins:** como aproveitar bem o lixo orgânico doméstico. Tradução Marcelo Jahnel. São Paulo: Nobel, 1989. 149 p.

CESTREM, Valerie Celina Campos. **"O descarte de resíduos sólidos e a compostagem como temática para educação ambiental no ensino de Ciências da Natureza e Matemática em Rio Negrinho/SC:** estudo de caso a partir da EMEB Irene Olinda Teifke Ribeiro." 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/222347> Acesso em: 01 de setembro de 2023.

DE OLIVEIRA MALTA, Carmem Eliza Aparecida; MARAGONI, Téspis Nascimento; DE VASCONCELOS, Raphael Tobias, ZAGO, Valéria Cristina Palmeira. **GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS URBANOS ORGÂNICOS NAS CAPITAIS BRASILEIRAS APÓS DEZ ANOS DA PROMULGAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS**

SÓLIDOS, 2021. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2021/IV-024.pdf>. Acesso em: 01 de abril de 2023.

DINIZ FILHO, Edimar Texeira et al. **A prática da compostagem no manejo sustentável dos solos.** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 2, n. 2, p. 27-36, 2007. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/adubacao/A%20PRATICA%20DA%20COMPOSTAGEM%20NO%20MANEJO%20SUSTENTAVEL%20DE%20SOLOS.pdf>.

Acesso em: 04 de junho de 2023.

GADOTTI, Moacir. **Pedagogia da terra e cultura de sustentabilidade.** *Revista Lusófona de Educação*, n. 6, p. 15-29, 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/349/34900602.pdf>. Acesso em: 30 de abril de 2023.

GOUVEIA, Luís Manuel Borges. **Logística e gestão da distribuição.** Licenciatura em Ciências Empresariais. ISLA: Porto, 1995. Disponível em:

http://homepage.ufp.pt/lmbg/textos/ldg/lgd_ap1.pdf. Acesso em: 03 de junho de 2023.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Estimativa da População 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html>. Acesso em: 01 de abril de 2023.

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

DE VASCONCELOS, Raphael Tobias; ZAGO, Valéria Cristina Palmeira; COSTA, Elizabeth Regina Halfeld; DE OLIVEIRA MALTA, Carmem Eliza Aparecida; MARAGONI, Téspis Nascimento; **A gestão de resíduos orgânicos nos currículos das engenharias civil, agrícola, ambiental e sanitária, em instituições federais de ensino superior do Brasil,** 2020. Disponível em: http://abenge.org.br/sis_artigo_doi.php?e=COBENGE&a=20&c=2855. Acesso em: 03 de abril de 2023.

MEIER ELIAS, Victor Oziel et al. "**Transferência tecnológica do projeto de coleta seletiva e compostagem de resíduos orgânicos da UFSC para a UFGD.**" Ano de publicação: 2014. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/131771/TCC%20%20Vitor%20Oziel%20Meier%20Elias.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 de novembro de 2023.

MELO, Catarina Xavier de; DUARTE, Sibeles Thaise. **Análise da compostagem como técnica sustentável no gerenciamento dos resíduos sólidos.** *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 5, n. 10, p. 691-710, 2018. Disponível em: <http://revista.ecogestaobrasil.net/v5n10/v05n10a21.html>. Acesso em: 09 de junho de 2023.

MELO, Antonio Antunes de et al. **A gestão integrada dos resíduos sólidos no município de Cuité/PB, numa perspectiva de atendimento à política nacional dos resíduos sólidos.** 2015. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/1012>. Acesso em: 28 de abril de 2023.

OLINTO, Francisco Ariclens et al. **Compostagem de resíduos sólidos.** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 7, n. 5, p. 39, 2012. Practice in Higher Education Institutions. **In: Towards Green Campus Operations.**

Springer, Cham, 2018, p. 159-173.

PEREIRA NETO, J. T. **Conceitos modernos de compostagem.** *Engenharia Sanitária*, Rio de Janeiro, v. 28, n.2, p. 104-109. abr./jun. 1989.

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

PIRES, Adriano Borges. **Análise de viabilidade econômica de um sistema de compostagem acelerada para resíduos sólidos urbanos.** Faculdade de Engenharia e Arquitetura-Curso de Engenharia Ambiental. Passo Fundo, 2011. Disponível em: http://usuarios.upf.br/~engeamb/TCCs/2011-2/ADRIANO_PIRES_TCC_Corrigido_2022.pdf. Acesso em: 04 de junho de 2023.

SANTOS, Tabatha et al. **Cenário brasileiro da gestão dos resíduos sólidos urbanos e coleta seletiva.** *Anais do VI SINGEP*, São Paulo, 2017, v. 14, n. 11. Disponível em: <https://singep.org.br/6singep/resultado/430.pdf>. Acesso em: 10 de junho de 2023.

SANTOS, Flavio Simão dos. **O processo de logística do programa 'Recicla Tibagi' do município de Tibagi, Paraná.** 2012. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/21479/3/CT_GPM_II_2012_81.pdf. Acesso em: 04 de junho de 2023.

SANTOS, Rodrigo Couto et al. **"Usinas de Compostagem de Lixo como alternativa viável à problemática dos lixões no meio urbano."** *Enciclopédia Biosfera*, vol. 2, 2006.

SERPA FILHO, Rogério et al. Compostagem de dejetos de suínos. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 6, n. 1, 2013.

SIMONCINI, João Batista Villas Boas et al. **Educação Ambiental e resíduos sólidos urbanos no Brasil.** *ANALECTA-Centro Universitário Academia*, v. 8, n. 1, 2023. Disponível em: <http://seer.uniacademia.edu.br/index.php/ANL/article/view/3376/2370>. Acesso em: 10 de junho de 2023.