UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

THIAGO BASTOS BAUER

TECNOLOGIA FASTCOMPOST COMO ALTERNATIVA AO TRATAMENTO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS DE GRANDES GERADORES EM CENTROS URBANOS: ESTUDO DE CASO *SHOPPING* ITAGUAÇU - SÃO JOSÉ/SC

PALHOÇA/SC

2021

THIAGO BASTOS BAUER

TECNOLOGIA FASTCOMPOST COMO ALTERNATIVA AO TRATAMENTO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS DE GRANDES GERADORES EM CENTROS URBANOS: ESTUDO DE CASO SHOPPING ITAGUAÇU - SÃO JOSÉ/SC

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientadora: Profª. Silene Rebelo, Ms.

PALHOÇA/SC

2021

THIAGO BASTOS BAUER

TECNOLOGIA FASTCOMPOST COMO ALTERNATIVA AO TRATAMENTO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS DE GRANDES GERADORES EM CENTROS URBANOS: ESTUDO DE CASO SHOPPING ITAGUAÇU - SÃO JOSÉ/SC

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 07 de dezembro de 2021.

Assinado digitalmente por Silene Rebelo
DN: CN=Silene Rebelo, C=Brasil, L=Palhoça, O=Unisul, OU=Engenharia Ambiental e Sanitária, E=silene.rebelo@animaeduccao.com.br, S=SC
Razão: Eu estou aprovando este documento
Localização: Unisul - Palhoça/SC
Data: 2021-12-13 17:08:33
Foxit Reader Versão: 9.7.1

Professora e Orientadora Silene Rebelo, Ms.
Universidade do Sul de Santa Catarina

MARINA DE MEDEIROS MACHADO:05972570947
Assinado de forma digital por MARINA DE MEDEIROS MACHADO:05972570947
Dados: 2021.12.09 15:42:53 -03'00'

Prof. Marina de Medeiros Machado, Dra.
Universidade Federal de Ouro Preto

Criado por: AC VALID, RFB - e-CPF
Secretaria da Receita Federal do Brasil
Assinado de forma digital por JOSE GABRIEL DA SILVA:82440808920
Dados: 2021.12.10 10:44:42 -03'00'

Prof. José Gabriel da Silva, Ms.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico esta conquista a todos que estiveram comigo nesta trajetória, em especial à minha família.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Salésio e Mariza, pelo amor incondicional, por todo o suporte dado e pela oportunidade de educação;

Ao meu irmão Eduardo e cunhada Yasmim, meus exemplos de vida, que me ampararam e incentivaram em todos os momentos;

Aos meus queridos amigos que tornaram mais leve a jornada, em especial: Alexandre, Anah, Bárbara, Brandon, Elisa, Evelton, Francisco, Gabriel, Isadora, Lucas, Luiz Eduardo, Prisca e Rhamany;

À minha orientadora, Prof.ª Silene, por todo o conhecimento compartilhado e por todo o ensinamento durante minha graduação;

Ao Prof.º José Gabriel e a Prof.ª Marina por aceitarem o convite para minha banca e por todo o ensinamento durante minha graduação;

À minha chefe e amiga, Janine, pela oportunidade de estágio, aprendizado, orientação, risadas e paciência;

À Brooks Ambiental e a Fastcompost, por abrirem as portas para a realização deste TCC, por todo o suporte e pela oportunidade;

E a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta minha trajetória.

Obrigado!

“Mude, mas comece devagar, porque a direção é mais importante que a velocidade.” (Edson Marques)

RESUMO

A gestão atual de resíduos sólidos da maior parte dos municípios no Brasil segue a tendência nacional de destinação centralizada de seus resíduos ao aterramento, técnica esta que impacta significativamente o meio ambiente e os cofres públicos. A fração de resíduos sólidos orgânicos desviada de aterros à compostagem ainda está aquém da ideal, mesmo sendo esta a técnica de tratamento mais adequada a este tipo de resíduo degradável. Dentre as diferentes técnicas de compostagem existentes no mercado, a tecnologia Fastcompost surge como uma alternativa ao processo de compostagem de sistema fechado, possibilitando o tratamento e redução do volume do resíduo orgânico no próprio local de geração, sendo esta tecnologia adequada principalmente a grandes geradores de resíduos sólidos como *shoppings centers*, aeroportos, supermercados e *resorts*. Neste sentido, o presente trabalho abordou aspectos de implantação e operação, referentes à unidade de compostagem acelerada Fastcompost como alternativa ao tratamento de resíduos sólidos orgânicos em grandes geradores em centros urbanos, com base no gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos do *Shopping Center* Itaguaçu. Estas análises foram realizadas através de visitas técnicas nos locais em questão e questionamentos junto aos funcionários, com auxílio de documentos específicos sobre o equipamento. A análise destes aspectos permitiu que fossem feitas sugestões de melhorias ao processo como a intensificação da educação ambiental, aquisição de mesa de triagem específica e reintrodução dos resíduos orgânicos não degradados por completo de volta ao processo de compostagem, sendo que estas sugestões vêm de uma questão em comum: a qualidade da segregação na origem. Ainda foi sugerido a introdução de aditivo no processo de compostagem para atenuação do odor em determinados ciclos em que a composição da carga orgânica possa liberar odores considerados desagradáveis. Com isso, pode-se concluir que o manejo dos resíduos orgânicos *Shopping* Itaguaçu atende à Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), bem como a tecnologia Fastcompost possui atributos para ser considerada uma alternativa ao tratamento de resíduos sólidos orgânicos.

Palavras-chave: Gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos; Compostagem acelerada; Fastcompost; Shopping.

ABSTRACT

The current management of solid waste in most municipalities in Brazil follows the national trend of centralized disposal of waste to landfill, a technique that significantly impacts the environment and public coffers. The fraction of organic waste diverted from landfills to composting is still less than ideal, even though this is the most appropriate treatment technique for this type of degradable waste. Among the different composting techniques on the market, Fastcompost technology appears as an alternative to the closed system composting process, enabling the treatment and reduction of the volume of organic waste at the generation site itself, this technology being mainly suitable for large generators of solid waste such as shopping malls, airports, supermarkets and resorts. In this sense, the present work addressed aspects of implementation, operation and legal framework, referring to the Fastcompost accelerated composting unit as an alternative to the treatment of organic solid waste in large generators in urban centers, based on the management of organic solid waste at shopping center Itaguaçu. These analyzes were carried out through technical visits to the locations in question and questioning with employees, with the help of specific documents about the equipment. The analysis of these aspects allowed suggestions to be made for improvements to the process, such as the intensification of environmental education, acquisition of a specific sorting table and reintroduction of completely undegraded organic waste back into the composting process. in common: segregation at origin. Finally, a final suggestion is to insert an additive in the process to attenuate the odor in certain cycles in which the composition of the organic load can release odors considered unpleasant. Therefore, it can be concluded that the management of the mall in question meets the National Solid Waste Policy (NSWP), as well as the Fastcompost technology has attributes to be considered a viable alternative to the treatment of organic solid waste.

Keywords: Organic solid waste management; Accelerated composting; Fastcompost; Shopping.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Princípios ESG. 28
Figura 2 - Esquema genérico de sistema de leiras agrupadas com aeração forçada..... 37
Figura 3 – Modelo FC2250 - Tecnologia Fastcompost. 41
Figura 4 – Tecnologia Fastcompost no interior de contêiner de 32m³. 42
Figura 5 - Vista aérea da estrutura do *Shopping Center* Itaguaçu. 43
Figura 6 - Localização da área de estudo. 44
Figura 7 - Praça de alimentação localizada no andar térreo do empreendimento. 46
Figura 8 – Coletores com identificação para segregação resíduos sólidos: a) bateria de coletores em praça de alimentação; b) coletores dispostos em copa dos funcionários... 47
Figura 9 - Bombona disponibilizada aos grandes geradores de resíduos orgânicos..... 48
Figura 10 - Armazenamento temporário dos resíduos: a) baias identificadas resíduos recicláveis; b) baias destinadas resíduos não recicláveis (fundos) e orgânicos (lateral). 49
Figura 11 - Tecnologia Fastcompost em funcionamento no *Shopping* Itaguaçu. 49
Figura 12 - Etapa de pesagem dos resíduos orgânicos. 50
Figura 13 - Etapa de inserção dos resíduos orgânicos no equipamento..... 51
Figura 14 – Resíduos orgânicos inseridos na Fastcompost..... 51
Figura 15 - Processo automatizado através *setups* pré-programados – Fastcompost.... 52
Figura 16 – Interior do equipamento. 53
Figura 17 - Composto orgânico oriundo da unidade de compostagem Fastcompost. ... 53
Figura 18 - Etapa de peneiramento do composto orgânico da Fastcompost..... 54
Figura 19 - Embalagem do produto final - Neocompost. 54
Figura 20 - Aplicação do produto final em gramados esportivos na região. 55
Figura 21 – Amostra de saco com mistura de resíduos de diferentes classificações..... 62
Figura 22 - Mesa de triagem anexa à unidade de compostagem Fastcompost..... 63

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comportamento genérico em leiras de compostagem..... 33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Especificações técnicas – tecnologia Fastcompost. 42
Quadro 2 – Resumo aspectos analisados referente à tecnologia Fastcompost..... 66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção média diária de composto orgânico no *Shopping* Itaguaçu. 58
Tabela 2 - Formulação do produto final – Neocompost..... 59

LISTA DE ABREVIATURAS

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

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

COMCAP – Autarquia de Melhoramentos da Capital

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESG – *Environmental, Social and Corporate Governance*

FC - Fastcompost

FGV – Fundação Getúlio Vargas

ISO – Organização Internacional de Normalização

IMA/SC – Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NBR – Norma Brasileira

ODS – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

PNRS – Política Nacional Resíduos Sólidos

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente

SUMÁRIO

1. **INTRODUÇÃO** 14
2. **OBJETIVOS** 16
2.1. OBJETIVO GERAL 16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 16
3. **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA** 17
3.1. DEFINIÇÃO RESÍDUOS SÓLIDOS 17
3.2. CLASSIFICAÇÃO RESÍDUOS SÓLIDOS 18
3.3. GERAÇÃO E COLETA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS 19
3.4. GESTÃO E GERENCIAMENTO RESÍDUOS SÓLIDOS 20
3.4.1. **Manejo dos Resíduos Sólidos** 21
3.4.2. **Contexto Legal** 23
3.4.3. **Principais Indicadores em Gestão Ambiental** 26
3.5. PROBLEMÁTICAS NA MÁ GESTÃO RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS 29
3.5.1. **Desperdício de Alimentos** 29
3.5.2. **Destinação Inadequada Resíduos Sólidos Orgânicos** 30
3.6. TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS PELO MÉTODO DE COMPOSTAGEM 32
4. **MATERIAIS E MÉTODOS** 41
4.1. TECNOLOGIA FASTCOMPOST 41
4.2. LOCAL DE ABRANGÊNCIA DO ESTUDO 43
4.3. CÁLCULO GERAÇÃO MÉDIA DE COMPOSTO ORGÂNICO 44
5. **RESULTADOS E DISCUSSÕES** 46
5.1. DIAGNÓSTICO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NO EMPREENDIMENTO 46
5.1.1. **Principais Geradores Resíduos Orgânicos** 46
5.1.2. **Manejo dos Resíduos Orgânicos** 47
5.2. PRINCIPAIS ASPECTOS TECNOLOGIA FASTCOMPOST 55
5.2.1. **Implantação** 55
5.2.2. **Operacional** 57
5.2.3. **Produto Final** 59
5.2.4. **Outros Aspectos** 60

5.3. SUGESTÕES DE MELHORIAS 61
5.3.1. **Intensificação da Educação Ambiental** 61
5.3.2. **Utilização de Mesa de Triagem Específica** 62
5.3.3. **Diminuição da Taxa de Detenção de Resíduos - Etapa Peneiramento** 63
5.3.4. **Neutralização de Odor Desagradável em Determinados Processos** 64
6. **CONCLUSÃO** 68
6.1. TRABALHOS FUTUROS 69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 70
APÊNDICES 76

1. INTRODUÇÃO

A problemática iminente quanto à poluição e degradação acelerada do meio ambiente, potencializada após a revolução industrial, tornou o manejo adequado de resíduos sólidos em grandes centros urbanos um dos principais desafios do século.

A gestão atual de resíduos sólidos da maior parte dos municípios no Brasil segue a tendência nacional de destinação centralizada de seus resíduos ao aterramento. Do ponto de vista de impacto ambiental, o aterramento de resíduos, mesmo que em aterros sanitários, é o pior cenário para disposição de resíduos sólidos urbanos em termos de emissão de gases de efeito estufa (IQBAL et al., 2019; MOULT et al., 2018).

Segundo o Plano Municipal de Coleta Seletiva de Florianópolis/SC de 2016, em gravimetria realizada sobre a coleta convencional de resíduos da capital, durante 12 meses de análise, o estudo apontou que 37% correspondem a resíduos orgânicos, 40% de recicláveis e 23% de rejeitos.

No ano de 2019, a Prefeitura Municipal de Florianópolis realizou o beneficiamento de 4.091 toneladas de resíduos orgânicos, encaminhou para reciclagem 13.483 toneladas de recicláveis secos e destinou 194.729 toneladas de rejeitos para o aterro sanitário. Portanto, de todos os resíduos produzidos no município, apenas 7,15% foram desviados do aterro sanitário, muito aquém daquilo que poderia ser reaproveitado (VIEIRA; SUSKI, 2020).

Mais especificamente, com relação à fração de resíduos orgânicos desviada de aterros à compostagem, esta ainda está distante do cenário ideal, mesmo sendo esta a técnica de tratamento mais adequada a este tipo de resíduo degradável. O município de São José/SC, por exemplo, pretende iniciar a coleta seletiva de resíduos orgânicos no ano de 2021, abrangendo somente 2% da área urbana, até atender 100% da população em 2036, conforme aponta o Plano Municipal de Saneamento Básico de São José/SC de 2020.

Contudo, na região metropolitana de Florianópolis no Estado de Santa Catarina, os municípios de Florianópolis/SC e São José/SC recentemente regulamentaram as respectivas Leis nº 10.501 de 08 de abril de 2019 e nº 6.040 de 19 de julho de 2021, que preveem a obrigatoriedade da reciclagem de seus resíduos sólidos orgânicos, em consonância com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) de 2010. Estas Leis fortalecem o compromisso dos munícipios no aprimoramento da sua gestão dos resíduos sólidos, através de iniciativas e projetos locais de valorização destes resíduos que visam o desvio de aterro dos resíduos orgânicos e recicláveis à compostagem e reciclagem.

Logo, técnicas consagradas de compostagem de resíduos orgânicos vêm sendo impulsionadas, assim como o advento de novas tecnologias têm possibilitado novas técnicas de compostagem, viabilizando-as, sobretudo, em grandes centros urbanos, onde há significativa geração e desperdício de resíduos orgânicos.

Dentre as diferentes técnicas de compostagem existentes no mercado, a unidade móvel de compostagem acelerada – comercialmente denominada "Fastcompost" – surge como uma alternativa ao processo de compostagem de sistema fechado, possibilitando o tratamento e redução do volume do resíduo orgânico no próprio local de geração, sendo esta tecnologia adequada principalmente a grandes geradores de resíduos sólidos como *shoppings centers*, aeroportos, supermercados e *resorts*.

Neste sentido, este trabalho busca analisar a tecnologia Fastcompost como uma alternativa ao tratamento de resíduos sólidos orgânicos, com ênfase no *Shopping Center* Itaguaçu, localizado em São José/SC.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a tecnologia Fastcompost em funcionamento no *Shopping Center* Itaguaçu, em São José/SC, como alternativa ao tratamento de resíduos orgânicos provenientes de grandes geradores em centros urbanos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o atual gerenciamento dos resíduos orgânicos do empreendimento;
- Analisar aspectos de implantação, operação e controles ambientais da tecnologia Fastcompost;
- Propor adaptações ao equipamento, buscando melhorias em seu uso e eficácia.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. DEFINIÇÃO RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo a Norma Brasileira (NBR) 10.004 - classificação resíduos sólidos, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) no ano de 2004, os resíduos sólidos são definidos como:

> Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, 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 de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

Em seu art. 3º, inc. XVI, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) define resíduos sólidos da seguinte forma:

> [...] material, substância, objeto ou bem descartados resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidade tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Popularmente, os resíduos sólidos são mais conhecidos como "lixo" que, conforme Andrade (2006 p.7), é:

> Qualquer substancia que não é mais necessária e que tem de ser descartada, sendo os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis. Aquilo que se varre para tornar limpa uma casa, rua, jardim, etc., varredura, restos de cozinha e refugos de toda espécie, como latas vazias e embalagens de mantimentos, que ocorrem em uma casa; imundície, sujidade, escória, ralé.

A palavra "lixo" tem pouca empatia, sendo inevitável a falta de cuidado sobre o material gerado e a permanência da cultura de apenas se livrar daquilo que não lhe representa mais valor. A assimilação de que lixo é um bem inútil deve ser revista para que novas atitudes sejam incorporadas. Já os resíduos sólidos se apresentam com valores econômicos, ambientais e sociais. O reaproveitamento desses materiais no próprio processo produtivo, ou como matéria-prima para novos produtos, garante benefício a todos os envolvidos: os recursos naturais renováveis e não renováveis, as cooperativas de materiais reutilizáveis e recicláveis e os fabricantes de novos produtos (BITTENCOURT, 2014).

3.2. CLASSIFICAÇÃO RESÍDUOS SÓLIDOS

Existem diferentes classificações para os resíduos sólidos. As classificações são geralmente baseadas nas características físicas, químicas, biológicas e na origem dos resíduos. A descrição do termo rejeito definida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em seu art. 3°, inciso XV, como:

> Resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

A PNRS não define o que são "resíduos orgânicos", mas preconiza a valorização da fração orgânica, por meio de tecnologias como compostagem e aproveitamento energético.

A definição de resíduo orgânico, de acordo com o Centro de Informações Reciclagem e Meio Ambiente é descrita da seguinte maneira:

> A matéria orgânica pode ser definida biologicamente como matéria de origem animal ou vegetal e geologicamente como compostos de origem orgânica, encontrados sob a superfície do solo. Resíduos denominados orgânicos possuem composição degradável provenientes dos seres vivos e/ou expostos a um processo de decomposição (CENTRO DE INFORMAÇÕES RECICLAGEM E MEIO AMBIENTE, 2003).

A ABNT NBR 10.004:2004 classifica os resíduos sólidos quanto ao potencial de contaminação do meio ambiente e à saúde pública. Segundo esta norma, os resíduos podem ser classificados em:

> a) Classe I – Resíduos Perigosos: são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais em função de suas caraterísticas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
> b) Classe IIA – Resíduos Não Inertes: são os que podem ter propriedades tais como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.
> c) Classe IIB – Resíduos Inertes: são aqueles que, submetidos a um contato estático ou dinâmico com a água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não têm nenhum de seus componentes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. (BRASIL, 2010).

A PNRS, em seu art. 13, incisos I e II, apresenta dois grupos principais de classificação, sendo estes, quanto à origem e quanto à periculosidade, da seguinte maneira:

> I - Quanto à origem:
> a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
> b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
> c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas "a" e "b";
> d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas "b", "e", "g", "h" e "j";

> e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
> f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
> g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
> h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
> i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
> j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
> k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.
> II - Quanto à periculosidade:
> a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
> b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”. (BRASIL, 2010).

Os resíduos orgânicos são enquadrados como Classe IIA - não inertes - pela ABNT NBR 10004:2004 e, quanto à origem, classificação estabelecida pela PNRS, no inciso I do art. 13, classifica-se principalmente em suas alíneas “a”; “b”, “c” e “d”.

3.3. GERAÇÃO E COLETA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) em 2021, os dados apurados mostram que a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no país sofreu influência direta da pandemia da COVID-19 durante o ano de 2020, tendo alcançado um total de aproximadamente 82,5 milhões de toneladas geradas, ou 225.965 toneladas diárias. Com isso, cada brasileiro gerou, em média, 1,07 kg de resíduo por dia. Na região sul, a geração per capita foi de 0,805 kg/hab/dia.

Ainda segundo a ABRELPE (2021), com o aumento na geração dos resíduos domiciliares, a quantidade de materiais dispostos para coleta junto aos serviços de limpeza urbana também cresceu, levando a um total de 76,1 milhões de toneladas coletadas no ano de 2020, o que implica em uma cobertura de coleta de 92,2%.

Segundo o Plano Municipal de Coleta Seletiva de Florianópolis/SC (2016), em gravimetria realizada sobre a coleta convencional de resíduos da capital, durante 12 meses de análise, este apontou que 37% correspondem a resíduo orgânico - sendo 11,87% de poda e capina e 25,05% de alimentos - 40% de recicláveis e 23% de rejeitos.

Atualmente, em São José/SC, existe somente coleta seletiva de materiais recicláveis (resíduos secos), conforme aponta o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de São José/SC (2020). Já com relação à implantação do serviço de coleta seletiva de resíduos orgânicos, o Programa relativo à coleta seletiva e respectivas atividades de valorização, planeja o início do serviço a partir de 2021, atendendo inicialmente somente a área urbana, e atingindo 100% da população urbana com atendimento até 2036.

Os resíduos orgânicos não devem ser misturados aos resíduos recicláveis, perigosos e rejeitos, já que a mistura dos resíduos os inviabiliza, gerando apenas custos, pois são encaminhados, na melhor das hipóteses, aos aterros sanitários. Com isso, torna-se essencial a eficaz gestão e gerenciamento dos RSU.

3.4. GESTÃO E GERENCIAMENTO RESÍDUOS SÓLIDOS

A discussão sobre valorização e tratamento da fração orgânica na gestão de resíduos sólidos requer a definição dos termos gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.

Segundo a PNRS (2010), a gestão de resíduos sólidos envolve as ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

Enquanto que, com relação à definição de gerenciamento de resíduos, a PNRS compreende como:

> [...] conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com o plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PNRS, 2010).

De acordo com Lima (2002), após a geração do resíduo, é necessário gerenciá-lo da melhor maneira possível. Para a adequação da gestão e do gerenciamento de resíduos é essencial a elaboração e implantação dos Planos de Gestão Integrada de Resíduos, instrumento de planejamento previsto na PNRS, que deve ser construído em escala municipal, intermunicipal, estadual e federal.

Os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) são instrumentos fundamentais para o correto gerenciamento e devem assegurar o controle social nas etapas de formulação, implementação e operacionalização (MMA, 2014). Segundo Buratto (2013), o PGRS é o documento que padroniza e descreve as ações relativas ao manejo de resíduos sólidos,

observadas as características e riscos, no âmbito de cada estabelecimento/empreendimento. Este documento deve contemplar os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como as ações de proteção à saúde pública e ao meio ambiente. Os procedimentos descritos devem estar em conformidade com a legislação sanitária e ambiental.

3.4.1. Manejo dos Resíduos Sólidos

O manejo dos resíduos sólidos envolve uma série de etapas desde a geração até seu destino final. Montagna (2012) define manejo dos resíduos sólidos da seguinte forma:

> (...) fundamenta-se na parte operacional do gerenciamento dos resíduos. Entende-se por parte operacional os processos de geração, segregação, acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final. Existem alguns subprocessos que podem estar envolvidos no manejo dos resíduos sólidos, como transbordo e beneficiamento, e que se tornam necessários ou não de acordo com as características da geração e dos componentes dos resíduos.

Dentre as etapas envolvidas no manejo de resíduos, cabe destacar as seguintes:

- Geração

Ato ou ação de gerar o resíduo sólido. A PNRS (2010), em seu art. 3º, considera como gerador: pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo. Segundo Buratto (2013), incide sobre este processo as premissas de não geração ou redução na geração dos resíduos.

- Segregação

De acordo com Belizário (2014), esta etapa consiste na separação dos resíduos de acordo com a sua classificação, identificando-os no momento e local de sua geração, de acordo com as características físicas, químicas e biológicas e o seu estado físico para evitar mistura de resíduos incompatíveis, com o objetivo de buscar novas formas para acondicioná-las adequadamente e também encontrar a melhor alternativa de armazenamento temporário e destino final.

- Acondicionamento

As características quantitativas e qualitativas dos resíduos determinam o seu adequado acondicionamento. O acondicionamento envolve tanto o recipiente quanto o procedimento de

disposição de resíduos. São exemplos de recipientes de acondicionamento os sacos plásticos, lixeiras, contentores, caçambas estacionárias e contêineres (BELIZÁRIO, 2014).

- Identificação

Esta etapa consiste no conjunto de medidas que auxiliam na segregação realizada nos locais de geração, de modo a permitir o reconhecimento dos resíduos nos sacos e recipientes e fornecer informações ao correto manejo do resíduo.

- Armazenamento

Segundo Buratto (2013), o processo de armazenamento temporário dos resíduos tem como objetivo acumular os resíduos até que seja viabilizada a coleta e destinação do mesmo. A forma de armazenamento deve resguardar as características dos materiais, protegendo os mesmos de intempéries e do acesso não controlado de pessoas e animais.

- Transporte

Neste processo as características do resíduo determinam o tipo de veículo de transporte e o procedimento de carga e descarga do material. O processo pode ser manual e/ou mecânico, envolvendo desde equipamentos simples, como contentores com rodas, até veículos especiais de alta tecnologia. A responsabilidade pelo transporte dos resíduos sólidos é do gerador (BELIZÁRIO, 2014).

- Tratamento

Buratto (2013) define este processo como a redução ou eliminação do potencial poluidor do resíduo. O tratamento pode envolver ou não fenômenos químicos, físicos e biológicos, assim como a associação destes. Existem diversas formas de tratamento dos resíduos, a citar: a compostagem, a biodigestão, a incineração, a autoclavagem, o coprocessamento, etc. Os processos de reutilização, recuperação e reciclagem são considerados como tipos de tratamento. Estes procedimentos possibilitam a reintrodução dos resíduos na cadeia produtiva, evitando sua disposição em aterros sanitários.

- Destinação e Disposição Final

É comum o equívoco entre as definições de destinação e disposição final dos resíduos sólidos. Por isso, a PNRS conceitua destinação final ambientalmente adequada como sendo:

> [...] 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 (PNRS, 2010).

Enquanto que, ainda segundo a PNRS, a disposição final ambientalmente adequada é determinada da seguinte forma:

> [...] distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (PNRS, 2010).

3.4.2. Contexto Legal

O levantamento da legislação e normas aplicáveis à gestão e gerenciamento de resíduos sólidos é fundamental para compor o diagnóstico de resíduos, no qual, os instrumentos regradores orientarão para a tomada de decisão e execução de procedimentos técnicos e administrativos passíveis de serem viabilizados. Segue os principais marcos legais determinantes no avanço de políticas ao meio ambiente e gestão de resíduos sólidos.

3.4.2.1. Legislação Federal

- Constituição Federal

A Constituição Federal em vigor, promulgada em 1988, foi um marco fundamental na sua contribuição à proteção e conservação ambiental. Nela, o Capítulo VI do Título VIII (Ordem Social) foi dedicado ao Meio Ambiente. O artigo 225 desse capítulo reserva a todos os cidadãos:

> [...] o direito ao meio ambiente equilibrado, sendo o mesmo bem de uso comum do povo, necessário para a qualidade de vida, devendo o Poder Público, juntamente com a coletividade, preservá-lo e defendê-lo para as presentes e futuras gerações. (CF, 1988)

- Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA

A PNMA, Lei nº 6.938 de 1981, foi instituída com o intuito de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental propícia à vida, assegurando condições ao desenvolvimento socioeconômico, à segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

- Resoluções CONAMA

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), instituído pela PNMA. Suas Resoluções são fundamentais na gestão dos resíduos sólidos, cabendo destacar as seguintes: Resolução CONAMA nº 275 de 2001, estabelece as cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores; Resolução CONAMA nº 358 de 2005, dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos de serviço de saúde, em conjunto com a Resolução ANVISA nº 222 de 2018 e; Resolução CONAMA nº 307 de 2002, alterada pela Resolução nº 448 de 2012, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

- Política Nacional dos Resíduos Sólidos - PNRS

A PNRS estabelece definições, princípios, objetivos, metas, ações, diretrizes e instrumentos com vistas ao gerenciamento e gestão integrada dos resíduos sólidos, bem como atribui responsabilidade àqueles que de alguma forma estejam envolvidos com a produção, consumo, gestão ou gerenciamento de materiais e/ou serviços que possam gerar resíduos sólidos. Vale trazer neste trabalho alguns dos princípios tratados no art. 6° da PNRS, entre eles:

> I - a prevenção e a precaução;
> II - o poluidor-pagador e o protetor-recebedor;
> III- a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;
> IV - o desenvolvimento sustentável;
> V - a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta;
> VII - a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

O Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 regulamenta a Lei nº 12.305 de 2010 (PNRS) e cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a implantação dos Sistemas de Logística Reversa. Ele traz orientações importantes para a implementação da PNRS. Quanto à coleta seletiva, destaca a inclusão dos catadores em seu art. 11:

> O sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos priorizará a participação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis constituídas por pessoas físicas de baixa renda.

Além disso, apresenta os instrumentos para a Implantação da Logística Reversa, tais quais os acordos setoriais, os regulamentos expedidos pelo Poder Público e os termos de compromisso.

- Novo Marco Regulatório de Saneamento

Com a aprovação da Lei nº 14.026 de 2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) passa a editar normas de referência. Estas regras de caráter geral devem ser levadas em consideração pelas agências reguladoras de saneamento infranacionais (municipais, intermunicipais, distrital e estaduais) em sua atuação regulatória. Outra mudança é que a ANA passa a emitir normas de referência relacionadas ao manejo de resíduos sólidos e à drenagem de águas pluviais em cidades.

3.4.2.2. Legislação Estadual

- Política Estadual de Resíduos Sólidos

A Lei nº 13.557 de 2005 que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos no Estado de Santa Catarina, possui entre seus objetivos o de disciplinar o gerenciamento de resíduos e estimular a implantação, em todos os municípios catarinenses, dos serviços de gerenciamento de resíduos sólidos (incisos V e VI). Já em seu artigo 5º, um princípio importante é o que relata a regularidade, continuidade e universalidade dos sistemas de coleta e transporte dos resíduos sólidos.

- Código Ambiental Estadual

A Lei nº 14.675 de 2009, alterada pela Lei nº 16.342 de 2014, que institui o Código Ambienta Estadual, principalmente em seus artigos 256 ao 273, onde salienta os princípios e diretrizes da Política Estadual de Resíduos Sólidos.

3.4.2.3. Legislação Municipal

- Lei da Compostagem

A Lei nº 6.040 de 2021, denominada como “Lei da Compostagem”, dispõe sobre a obrigatoriedade da destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos orgânicos no município de São José, por meio dos processos de reciclagem e compostagem, exceto nos casos

de calamidade pública, estado de emergência ou paralisação dos trabalhadores de coleta de lixo superior a três dias consecutivos.

A regulamentação desta Lei vem em consonância com as definições e diretrizes estabelecidas pela PNRS, e a cidade de Florianópolis, munícipio vizinho a São José, também vem atuando nesta frente desde 2019 ao anunciar o projeto "Floripa Lixo Zero 2030" e regulamentação de sua própria "Lei da Compostagem", Lei nº 10.501 de 2019.

3.4.2.4. Normas Técnicas

Mesmo não tendo força de Lei, as Normas Brasileiras da ABNT tem destaque importante no gerenciamento de resíduos, destacando-se: a NBR 11174:1990, que dispõe sobre o armazenamento de resíduos classes II – não inertes e III – inertes (sic); NBR 12235:1992, que trata sobre o armazenamento de resíduos sólidos perigosos; a NBR 10004:2004, que dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos; a NBR 10005:2004, que trata sobre a lixiviação de resíduos; a NBR 10006:2004, que dispõe sobre a solubilização de resíduos; a NBR 10007:2004, que trata sobre a amostragem de resíduos sólidos; a NBR 9191:2008, que dispõe dos sacos plásticos para o acondicionamento de lixo; a NBR 13221:2021, que trata sobre o transporte terrestre de produtos perigosos e; a NBR 7500:2021 que dispõe sobre o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.

3.4.3. Principais Indicadores em Gestão Ambiental

O conceito de Desenvolvimento Sustentável vem evoluindo nos debates e conferências da ONU desde a década de 70 em sua primeira conferência sobre questões ambientais, na cidade de Estocolmo, Suécia. Foi um marco no desenvolvimento de políticas ambientais internacionais e resultou no Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) (ONU, 2018).

O Conselho de Administração do PNUMA negociou a definição de desenvolvimento sustentável, onde um dos pontos fortes foi que este modelo de desenvolvimento deveria atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades (LIMA, 2001).

Em 1992 na cidade de Rio de Janeiro, de acordo com Lima (2001), durante a ECO-92, foi proposta a criação, junto à ISO (*International Organization for Standardization*), de um grupo para elaborar normas ambientais. Este evento foi considerado decisivo para o processo de normalização ambiental internacional.

Em 2015 foi lançada a Agenda 2030 pela Organização das Nações Unidas (ONU). Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas apresentados no documento mesclam as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental. É um plano de ação para colocar o mundo em um caminho mais sustentável e resiliente (PNUD, 2018).

Embora o principal objetivo de uma empresa seja o lucro, as questões ambientais têm se tornado cada vez mais importantes em função do aumento da conscientização do consumidor e de seu crescente interesse na forma como os produtos e serviços são produzidos, utilizados e descartados e de que forma afetam o meio ambiente; da cobrança de grandes organizações-parceiras por práticas mais limpas de produção e por certificações com reconhecimento internacional e; do escasseamento dos recursos naturais (OLIVEIRA; SERRA, 2010).

Com base nisso, o tema das certificações ambientais tem obtido cada vez mais destaque no meio corporativo. Seguem abaixo as principais certificações relacionadas à gestão ambiental:

- Sistema de Gestão Ambiental – ISO 14001

A ISO 14001 é uma norma de Sistemas de Gestão Ambiental criada em 1996, atualmente na versão 2015 e permite a uma organização desenvolver uma estrutura para a proteção do meio ambiente e rápida resposta às mudanças das condições ambientais.

No Brasil, o número de empresas que desenvolveram a gestão ambiental com base na norma NBR ISO 14001 vem aumentando a cada ano. A consciência ecológica está abrindo caminhos para o desenvolvimento de novas oportunidades de negócio e, com isso, facilitado a inclusão das empresas brasileiras no mercado internacional (SILVA; MEDEIROS, 2004).

A norma NBR ISO 14001 estabelece requisitos para gerenciamento de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) sem definir a forma e o grau que eles devem ter ou alcançar, permitindo, portanto, que as empresas desenvolvam suas próprias soluções para o atendimento das exigências da norma. Isto lhe confere um caráter universal, pois, dessa forma, podem ser adaptados por empresas de qualquer região e de todos os portes (OLIVEIRA; SERRA, 2010).

A associação do método PDCA (*Plan, Do, Check e Act*) com a norma NBR ISO 14001, segundo Matthews (2003), se dá a partir dos seguintes processos/atividades: a) Planejar: políticas ambientais, impactos ambientais e metas ambientais. b) Executar: atividades ambientais e documentação ambiental; c) Verificar: auditorias ambientais e avaliação de desempenho ambiental; e d) Agir: treinamento ambiental e comunicação ambiental.

Um SGA pode ser definido como parte do sistema de gestão organizacional utilizado para projetar, implementar e gerenciar a política ambiental. Ele inclui elementos interdependentes, tais como a estrutura organizacional, a divisão de responsabilidades e o planejamento de práticas, procedimentos, processos e recursos necessários para a determinação da referida política e seus objetivos (FORTUNSKI, 2008; MELNYK et al., 2002). Perotto et al. (2008) acrescentam que os SGAs são importantes ferramentas de identificação de problemas e soluções ambientais baseadas no conceito de melhoria contínua.

Além de propor a assunção da responsabilidade social e da criação das circunstâncias para cumprimento da legislação vigente, estes sistemas possibilitam identificar oportunidades para reduzir o uso de materiais e energia, bem como melhorar a eficiência dos processos (CHAN; WONG, 2006).

- *Environmental, Social and Corporate Governance* – ESG

A tradução mais adepta para a sigla ESG e seu significado em inglês é “melhores práticas ambientais, sociais e de governança”. Estes são os princípios que norteiam gestão das empresas para serem reconhecidas por cuidar do meio ambiente, promover impacto social positivo e adotar uma conduta corporativa ética para conservação do Planeta e seus recursos finitos (LEITE, 2021).

Ainda segundo Bethônico (2021), a empresa precisa evidenciar iniciativas para proteger os recursos naturais, reduzir a emissão de poluentes e impactar positivamente o meio ambiente, em conjunto com ações sociais e corporativas como políticas de diversidade para o ambiente de trabalho até projetos para reduzir a desigualdade na sociedade, conforme ilustra a Figura 01.

Figura 1 - Princípios ESG.

Fonte: Anbima (Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais), 2021.

O termo ESG teve origem em 2004, numa publicação intitulada como “quem se importa, vence”, na tradução livre ao português. Esta publicação foi um pedido do então secretário-geral na ONU, Kofi Annan, para que as instituições financeiras incorporassem princípios sociais, ambientais e de governança em suas análises de investimento. Em 2015, a sigla ESG ganhou força por conta de 2 eventos sobre desenvolvimento sustentável: Acordo de Paris e a Agenda de 2030 da ONU.

Recentemente, foram divulgadas pelo Banco Central quatro resoluções que tratam do gerenciamento de riscos sociais, climáticos e ambientais por parte dos bancos e que estabelecem regras para um reporte dessas questões que passará a ser obrigatório para as instituições financeiras a partir de 2023. Gestadas há um ano, as medidas partem do entendimento de que a questão climática é um dos pilares para a estabilidade do mercado financeiro e chegam num momento em que eventos climáticos estão afetando de forma significativa a inflação de preços (VIRI, 2021).

Uma característica interessante desse novo cenário é a integração da ISO 14001 com outras Normas que compõe framework de gestão para empresas ESG, assim podemos citar a ISO 26000 de responsabilidade social, ISO 45001 de Segurança e Saúde Ocupacional e toda série ISO 37000 Normas de Governança Corporativa (FRANÇA, 2020).

3.5. PROBLEMÁTICAS NA MÁ GESTÃO RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS

3.5.1. Desperdício de Alimentos

No modelo de produção linear, recursos são perdidos nos vários processos de transformação ao longo da cadeia produtiva, incluindo os resíduos pós-consumo. Apesar disso, o baixo custo, tanto da obtenção de matérias-primas quanto da disposição final dos materiais, além do massivo incentivo ao consumo, reforça esse modelo. No entanto, esse modelo vem se mostrando insustentável no longo prazo, sendo que, atualmente, a quantidade de matérias primas extraídas da natureza é maior do que sua capacidade de recuperação (ZAMBOM et al., 2016). Para Lehmann (2011), o lixo deve ser visto como um recurso valioso e soluções responsáveis devem ser adotadas para gerenciar este recurso, de forma a viabilizar a sua coleta, separação e recuperação. Como complemento, de acordo com Peace e Turner (1990), deve-se adotar um sistema que funcione de maneira similar ao sistema natural, em que a extração de matéria-prima e a geração de resíduos respeitem a capacidade de regeneração do planeta: um sistema circular.

Embora as soluções para os recicláveis são conhecidas e praticadas por diversos municípios, inclusive gerando renda para associações de catadores e cooperativas e sendo reutilizados pela indústria, as soluções para os resíduos orgânicos urbanos ainda não são adotadas em larga escala (IPEA, 2012).

De acordo com pesquisa realizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) com o apoio da Fundação Getúlio Vargas (FGV) em 2018, mostra que ainda persiste no Brasil a cultura do desperdício. A família brasileira joga fora quase 130 kg de comida por ano, uma média de 41,6 kg por pessoa. Os alimentos que mais vão para o lixo, por percentual do total desperdiçado, são: arroz (22%), carne bovina (20%), feijão (16%) e frango (15%). Total desperdiçado seria suficiente para alimentar 13 milhões de pessoas e as causas do desperdício são os excessos desde a ida ao supermercado até o preparo das refeições, e a preferência por comida fresca à mesa, em conjunto com o preparo de porções exageradas e o não reaproveitamento das sobras fazem com que parte da comida seja desperdiçada. Como agravante, estes alimentos desperdiçados, ainda aptos ao consumo, aumentam o contraste entre a fartura para alguns e fome para muitos devido à má distribuição e ao mau gerenciamento destes resíduos orgânicos (PORPINO et al., 2018).

Além dos ônus sociais que o desperdício causa, também há prejuízo à economia e ao meio ambiente, pois os recursos utilizados na agricultura para a produção de alimentos, como água, acabam sendo desperdiçados, assim como outros gastos considerados virtuais na produção dos alimentos, embalagens, transporte, entre outros. A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) estima que se o desperdício de alimentos fosse concentrado em um único país, este seria o terceiro maior emissor de gases de efeito estufa do mundo, depois dos EUA e da China, representando 8% das emissões globais, e o maior usuário de água, ultrapassando a Índia e a China.

3.5.2. Destinação Inadequada Resíduos Sólidos Orgânicos

A Lei nº 12.305 de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabeleceu que somente os rejeitos devem ser enviados para disposição final, sendo os aterros sanitários a forma de disposição final considerada pela Lei como ambientalmente adequada. Trata-se de um local selecionado de acordo com critérios ambientais e equipado com dispositivos de proteção do ambiente e da saúde pública, como impermeabilização do solo, drenagem e tratamento de chorumes e gases. Uma vez dispostos nos aterros sanitários, os rejeitos são compactados e cobertos com camadas de solo (MMA, 2017).

O chorume acumulado em aterros sanitários pode ser altamente poluente devido sua alta concentração orgânica e presença de metais pesados, por isso passa por tratamento em lagoas anaeróbias, facultativas, aeradas e/ou de maturação para seu posterior lançamento em corpos hídricos ou irrigações. Para o controle de emissões do biogás produzido e diminuição do seu impacto ambiental, a depender do aterro sanitário projetado, este pode efetuar a queima do metano (CH_4) presente, transformando-o em dióxido de carbono (CO_2) ou, uma alternativa mais proveitosa que é a conversão deste biogás em geração de energia elétrica.

Com relação à incineração como disposição final de resíduos, segundo MMA (2017), esta consiste na queima controlada dos resíduos sólidos, gerando energia elétrica, energia térmica e cinzas. A vantagem desta tecnologia é a diminuição do volume e da periculosidade dos resíduos. Além destes aspectos, a incineração é um processo complexo, com alta tecnologia envolvida.

No entanto, destinar matéria orgânica para um incinerador inviabiliza sua reciclagem e transformação em fertilizante orgânico. Assim como em aterros sanitários, o envio de resíduos orgânicos para incineradores é um desperdício dos nutrientes contidos nestes resíduos, que deveriam retornar aos solos como fertilizantes naturais (MMA, 2017).

O processo de compostagem tem como produto resultante um adubo orgânico que pode ser empregado para enriquecer o solo. Somado a isto, a técnica possibilita o aumento da vida útil dos aterros sanitários, por evitar o envio dos resíduos orgânicos ao local (OLIVEIRA et al., 2008).

Para Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2015), alternativas ao histórico uso de aterros sanitários e incineradores devem permitir a recuperação de recursos e a prevenção de impactos ambientais. De acordo com dados da Comcap, em 2019 o desvio de uma fração dos resíduos orgânicos para locais licenciados alternativos ao aterro sanitário permitiu economia de 655 mil reais em redução de custos públicos e geraram ao mínimo R$ 448 mil em valor, levando em consideração o preço público da Comcap para cepilho ou composto que é de 0,11 reais o quilo.

Assim, faz-se necessária a adoção de métodos adequados de gestão e tratamento destes grandes volumes de resíduos, para que a matéria orgânica presente seja estabilizada e possa cumprir seu papel natural de fertilizar os solos, isto é, torna-se essencial encaminhar os resíduos orgânicos para tratamentos mais eficazes e com maiores benefícios sociais, ambientais e econômicos.

3.6. TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS PELO MÉTODO DE COMPOSTAGEM

A compostagem é a forma natural de reciclagem que consiste em um processo biológico no qual microrganismos naturais, na presença de oxigênio, decompõem materiais orgânicos transformando-o em um composto orgânico (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

De acordo com a ABNT NBR 13.591:1996 – Terminologia Compostagem, esta técnica de tratamento dos resíduos orgânicos é definida como:

> Processo de decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros (...)".

Ainda, segundo Fernandes et al. (1999), a compostagem é definida como:

> Bioxidação aeróbia exotérmica de um substrato orgânico heterogêneo, no estado sólido, caracterizado pela produção de CO_2, água, liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável (...) de odor agradável, fácil de manipular e livre de microrganismos patogênicos.

De acordo com Kiehl (1985), os principais nutrientes encontrados nos resíduos vegetais e animais estão na forma orgânica e são decompostos em diferentes estágios, com diferentes intensidades e por diferentes populações de microrganismos.

Para que ocorra a digestão, os microrganismos liberam enzimas hidrolíticas, que retiram porções da matéria orgânica na forma solúvel e de baixo peso molecular, sendo necessária a presença de oxigênio nesta fase, para que a matéria orgânica já absorvida seja metabolizada (KIEHL, 2004).

Segundo Miller (1992), a predominância de determinadas espécies de microrganismos e a sua atividade metabólica determina a fase em que se encontra o processo de compostagem. Corrêa e Pressi (1982) afirmam que no início da decomposição dos resíduos orgânicos, na fase mesófila, predominam bactérias, que são responsáveis pela quebra inicial da matéria orgânica, promovendo a liberação de calor na massa em compostagem. Nesta fase, ocorre também a atuação de fungos, que são seres heterotróficos, pois utilizam a matéria orgânica sintetizada pelas bactérias e outros microrganismos como fonte de energia (PEREIRA NETO, 2007).

Esses microrganismos são produtores de ácidos, que degradam as proteínas, os amidos e os açúcares (TURNER, 2002). Com o aumento da temperatura, devido à liberação de calor, ocorre a morte de microrganismos mesófilos (PEIXOTO, 1988), havendo a multiplicação de actinomicetos, bactérias e fungos termófilos (RIFFALDI, 1986). Nesta fase, as bactérias

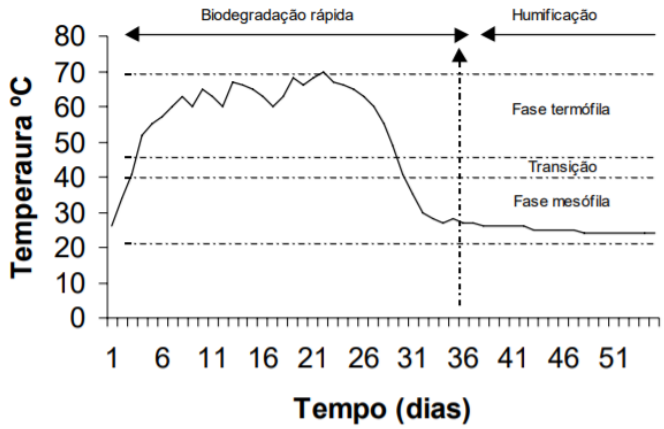
degradam os lipídeos e frações de hemicelulose, enquanto que a celulose e a lignina são decompostas pelos actinomicetos e fungos (KIEHL, 1985). A população termófila é extremamente ativa, provocando intensa e rápida degradação da matéria orgânica e maior elevação da temperatura, o que elimina os microrganismos patogênicos (FERNANDES; SILVA, 1999).

Em todo o processo de mineralização há um componente de imobilização, uma renovação da matéria orgânica e uma assimilação de nutrientes minerais, que promovem o crescimento e a manutenção da biomassa (AQUINO, 2005).

Além disso, durante todo o processo ocorre produção de calor, com desprendimento de CO_2 e de vapor de água (KIEHL, 2004), sendo estas características relacionadas ao metabolismo exotérmico dos microrganismos, à sua respiração e à evaporação de água, que é favorecida pelo aumento da temperatura gerada no interior da massa em compostagem (ZUCCONI, F.; BERTOLDI, 1991).

Quando o substrato orgânico for em sua maior parte transformado, a temperatura diminui, a população termófila se restringe, a atividade biológica global se reduz de maneira significativa e os mesófilos se instalam novamente. Nesta fase, a maioria das moléculas facilmente biodegradáveis foram transformadas, o composto apresenta odor agradável e já teve início o processo de humificação (FERNANDES; SILVA, 1999). O gráfico a seguir ilustra este comportamento da temperatura durante as diferentes fases do processo de compostagem.

Gráfico 1 - Comportamento genérico em leiras de compostagem.



Fonte: Fernandes; Silva (1999, p. 18).

Estas duas fases distintas do processo de compostagem são bastante diferentes entre si. Na fase de degradação rápida, também chamada de bioestabilização, há intensa atividade microbiológica e rápida transformação da matéria orgânica. Portanto, há grande consumo de

O_2 pelos microrganismos, elevação da temperatura e mudanças visíveis na massa de resíduos em compostagem, pois ela se torna escura e não apresenta odor agressivo. Mesmo com tantos sinais de transformação o composto não está pronto para ser utilizado. Ele só estará apto a ser disposto no solo após a fase seguinte, chamada de maturação. Na fase de maturação a atividade biológica é pequena, portanto, a necessidade de aeração também diminui. O processo ocorre à temperatura ambiente e com predominância de transformações de ordem química: polimerização de moléculas orgânicas estáveis no processo conhecido como humificação (FERNANDES; SILVA, 1999).

A eficiência do processo de compostagem está diretamente relacionada a fatores que proporcionam condições ótimas para que os microrganismos aeróbios possam se multiplicar e atuar na transformação da matéria orgânica. O conjunto de fatores condicionantes para o bom desenvolvimento de um sistema biologicamente complexo como a compostagem deve ser balizado por uma série de parâmetros, sendo que cada tipo de material a ser compostado exige uma combinação ótima de aeração, temperatura, umidade, pH, relação carbono/nitrogênio (C/N) e granulometria (VALENTE et al., 2009).

- **Aeração**

De acordo com a disponibilidade de oxigênio, a compostagem pode ser classificada como aeróbia ou anaeróbia. A compostagem aeróbia corresponde à decomposição dos substratos orgânicos na presença de oxigênio, sendo que os principais produtos do metabolismo biológico são CO_2, H_2O e energia. De outra forma, na compostagem anaeróbia, a decomposição dos substratos orgânicos ocorre na ausência de oxigênio, produzindo CH_4 e CO_2, além de produtos intermediários, como ácidos orgânicos de baixo peso molecular (KIEHL, 2004; PEREIRA NETO, 1994).

Entretanto, quando se busca a compostagem como tratamento de resíduos orgânicos, procura-se oferecer um ambiente aeróbio para que os microrganismos se desenvolvam, diminuindo assim a emissão de odores e de gases causadores do efeito estufa como o metano e o óxido nitroso. Além disso, diferentemente do que ocorre na compostagem anaeróbia, a presença de oxigênio na massa faz com que ocorra uma decomposição mais rápida da matéria orgânica (VALENTE et al., 2009).

Seja qual for a tecnologia utilizada, a aeração da mistura é fundamental no período inicial da compostagem, na fase de degradação rápida, onde a atividade microbiana é intensa.

Na fase seguinte, a maturação, a atividade microbiana é pouco intensa, logo a necessidade de aeração é bem menor (FERNANDES; SILVA, 1999).

- **Temperatura**

Através da temperatura é possível indicar a taxa de atividade microbiana na compostagem (MANU; KUMAR; GARG, 2019). Assim, o aumento da temperatura está relacionado a intensa atividade microbiológica, e sua diminuição indica uma redução na atividade dos microrganismos (LIMA et al., 2017). Fernandes e Silva (1999) destacam que a temperatura é um fator indicativo do equilíbrio biológico, de fácil monitoramento que reflete a eficiência do processo e eliminação de patógenos.

- **Umidade**

O teor de umidade é um dos parâmetros responsáveis por garantir a condição aeróbica da compostagem. O teor recomendado para operação da composteira é de 55%. Teores maiores que 65% irão tornar o processo anaeróbio, pois os poros do material decomposto serão ocupados por água (SOARES et al., 2017). Por outro lado, o teor de umidade abaixo de 40% pode inibir a atividade microbiológica, diminuindo a capacidade de degradação da matéria orgânica (PIRES, 2013).

- **Potencial Hidrogeniônico - pH**

A reação da matéria orgânica é geralmente ácida. Assim, ao se iniciar a decomposição, ocorre uma fase fitotóxica pela formação de ácidos orgânicos que tornam o meio mais ácido do que o da própria matéria-prima original. No entanto, esses ácidos orgânicos e os traços de ácidos minerais que se formam, reagem com bases liberadas da matéria orgânica, gerando compostos de reação alcalina (MARAGNO et al.; 2007).

A faixa de pH considerada ótima para o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela compostagem situa-se entre 5,5 e 8,5, uma vez que a maioria das enzimas encontram-se ativas nesta faixa de pH (RODRIGUES et al., 2006). Segundo Fernandes e Silva (1999), o fator pH varia entre as diferentes etapas do processo de compostagem, mas seus valores muito altos ou muito baixos podem inibir a atividade microbiana.

- **Relação Carbono:Nitrogênio (C:N)**

A relação C:N é um índice utilizado para avaliar os níveis de maturação de substâncias orgânicas e seus efeitos no crescimento microbiológico, já que a atividade dos microrganismos heterotróficos, envolvidos no processo, depende tanto do conteúdo de carbono para fonte de energia, quanto de nitrogênio para síntese de proteínas (SHARMA, 1997). Segundo Carvalho et al. (2012), é importante notar que relação C:N não é concentração de carbono ou nitrogênio, mas sim a proporção entre essas concentrações.

Com uma relação C:N muito elevada (> 60), os microrganismos poderão utilizar o nitrogênio mineral disponível no solo para equilibrar a relação, produzindo uma deficiência que poderá acarretar no empobrecimento do solo. Contudo, com uma relação C:N muito baixa, os microrganismos podem mineralizar o excesso de nitrogênio em vez de armazená-lo em composto (ZHU et. al., 2019).

Desta forma, a relação C:N deve ser determinada no material a ser compostado, para efeito de balanço de nutrientes, e também no produto final, para efeito de qualidade do composto (MORREL et al., 1985).

- **Granulometria do material**

A granulometria, ou, o tamanho de partícula dos resíduos é importante para o equilíbrio da área de superfície, para o crescimento de microrganismos e para a manutenção da porosidade adequada, permitindo o arejamento do sistema de compostagem. Pode ser definida como a proporção relativa dos diferentes grupos de tamanho de partículas existentes e separáveis por peneiramento, constituindo-se em um importante fator de influência para o processo de compostagem de resíduos sólidos (KIEHL, 2004).

Sistemas com partículas grandes não se decompõe de forma adequada, porque o interior das partículas tem acessibilidade difícil para os microrganismos (BERNAL et al., 1993). Enquanto que, segundo Vlyssides et al. (2008), se o tamanho da partícula é demasiado pequeno, a recirculação do ar através da massa de compostagem é inibida, o espaço de ar livre no sistema diminui e reduz a difusão de oxigênio.

Atualmente existem diversas técnicas ao processo de compostagem que, em geral, se enquadram nestes grupos a seguir: sistema de leiras estáticas (*Static pile*), leiras revolvidas (*Windrow*) e sistemas fechados/reatores biológicos (*In-vessel*).

3.6.1.1. Sistema de Leiras Estáticas (*Static pile*)

Os processos de compostagem em leiras estáticas são comumente divididos em dois subgrupos: sistemas de leiras com aeração forçada ou aeração passiva.

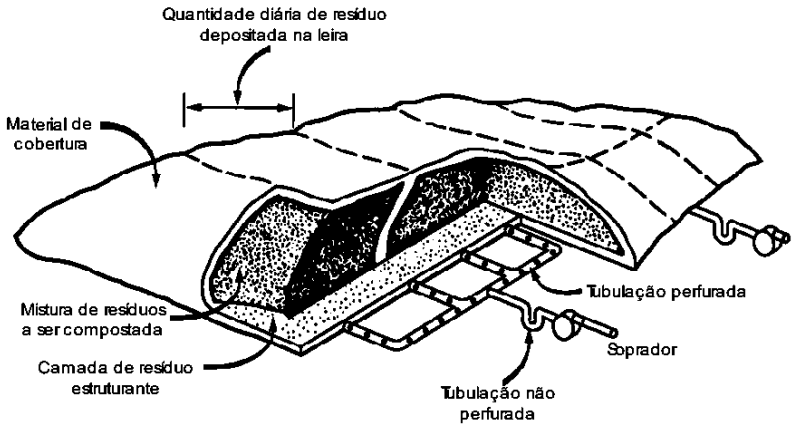
- **Leira estática com aeração forçada**

A compostagem com aeração forçada utiliza equipamentos para insuflação ou aspiração de ar no interior das leiras. Com o fluxo maior de oxigênio, se obtém bom controle de odores e o processo de decomposição se dá num tempo mais curto. Essa estrutura tem um custo maior na implantação e operação bem como requer também maior cuidado no manejo das leiras, para preservar as estruturas de entrada de ar. Para seu bom funcionamento, as leiras necessitam de materiais estruturantes, como palha e serragem, para permitir o fluxo interno de oxigênio (FAPESC, 2017).

Pelo fato das leiras se manterem estáticas e o revolvimento se dar somente na camada superficial, a produção e emissão de odores é reduzida, interessante para os pátios de compostagem em áreas urbanas e periurbanas, seguindo os critérios mínimos para não gerar impacto na vizinhança. O método requer introdução de água e demanda custos com energia elétrica para manutenção do sistema de aeração (INÁCIO E MILLER, 2009).

Os sopradores mais empregados têm potência entre 1 e 5 HP, de acordo com as características e volume dos resíduos, sendo ligados e desligados de maneira intermitente, durante a fase de bioestabilização. Estes sopradores trabalham a pressões internas de 600 a 1.000 mm de coluna d'água (FERNANDES; SILVA, 1999). A Figura 02 demonstra um esquema genérico de sistema de leiras agrupadas com aeração forçada.

Figura 2 - Esquema genérico de sistema de leiras agrupadas com aeração forçada.



Fonte: Fernandes; Silva (1999, p. 49).

- **Leira estática com aeração passiva**

Em função da arquitetura na montagem das leiras, que inclui grande parte de materiais estruturantes ordenados com camadas de resíduos orgânicos, são estabelecidas condições favoráveis para a ação microbiológica, em especial de bactérias termofílicas cuja ação eleva a temperatura do material acima dos 55ºC, promovendo a higienização e eliminação de patógenos, bem como a rápida e eficiente degradação dos resíduos orgânicos (FAPESC, 2017).

Ainda segundo a Fapesc (2017), após ação dos microrganismos e resfriamento natural da leira, o material é maturado pelos macrorganismos, como minhocas e embuás, com produção de uma matéria orgânica estabilizada e rica em nutrientes, o composto orgânico. Esta forma de compostagem apresenta baixo custo de implantação e requer maior mão de obra para manutenção do pátio de compostagem, por ser um processo artesanal.

Este modelo também pode ser desenvolvido de modo semimecanizado. A constante oxigenação interna das leiras e seu revolvimento somente superficial reduz a produção e emissão de odores, tornando o método adequado para pátios de compostagem em áreas urbanas e periurbanas (FAPESC, 2017).

3.6.1.2. Sistema de Leiras Revolvidas (*Windrow*)

Este método consiste em leiras piramidais que são revolvidas periodicamente. O revolvimento se dá em toda pilha de compostagem, remexendo completamente sua estrutura, pois sua arquitetura e composição não possibilita a manutenção do oxigênio no seu interior, o que proporciona rapidamente um colapso de oxigênio, com início do processo de fermentação. Pela falta de cobertura, apresenta dificuldades quanto ao controle de moscas, produção elevada de lixiviados e emissão de odores, portanto sendo mais utilizado em climas temperados. Requer maior distância ou melhor proteção de áreas verdes para não causar impactos na vizinhança. Necessita de introdução de água ao processo e requer o manejo constante (FAPESC, 2017).

Segundo Inácio e Miller (2009) esse método tem melhor desempenho na compostagem de grandes volumes de material vegetal (restos de poda, grama e folhas secas) do que na compostagem de materiais mais pesados, com grande conteúdo de água, como os restos de comida domésticos.

Em alguns casos, a leira é montada sobre tubos perfurados que injetam ar na massa do composto. Esta alternativa é chamada de leiras revolvidas aeradas, pois combinam a técnica do revolvimento com a aeração forçada (FERNANDES; SILVA, 1999)

3.6.1.3. Sistemas Fechados / Reatores Biológicos (*In-vessel*)

Este grupo consiste na compostagem em estruturas fechadas, geralmente em grandes cilindros, dentre outros recipientes, que através de um movimento de rotação contínua proporciona a aeração da massa de compostagem (INÁCIO E MILLER, 2009).

A compostagem realizada em reatores biológicos oferece a possibilidade de maior controle sobre todos os parâmetros importantes para o processo de compostagem, portanto, o ciclo da fase termófila é reduzido. Devido à homogeneidade do meio, inclusive com relação à temperatura, a compostagem em reatores também é tida como mais eficiente no controle dos patógenos. Outra característica desta alternativa é a maior facilidade para controlar odores, pois o sistema é fechado e a aeração controlada. Mesmo tendo uma fase termófila mais rápida e intensa, após seu final, o composto ainda deve passar por um período de maturação de mais ou menos 60 dias, antes de ser utilizado (FERNANDES; SILVA, 1999).

Os processos de compostagem em reatores biológicos são geralmente divididos em três subgrupos: reatores de fluxo horizontal; reatores de fluxo vertical e; reatores em batelada.

- Reatores de Fluxo Horizontal

Os reatores de fluxo horizontal apresentam, geralmente, forma cilíndrica e são dispostos horizontalmente. Por estas características são conhecidos como túneis. Os resíduos entram por uma extremidade do reator e saem pela outra, com tempo de detenção suficiente para a realização da fase termófila. O ar é injetado sob pressão ao longo do trajeto (PEREIRA, 2016).

- Reatores de Fluxo Vertical

Os reatores de fluxo vertical são formados por sistemas verticais onde os resíduos, geralmente, entram pela parte superior e percorrem o reator no sentido descendente. O ar pode ser injetado em vários níveis ou apenas na parte inferior do reator (PEREIRA, 2016).

O dimensionamento é feito de tal forma que quando o composto chega à parte inferior do reator, a fase termófila terminou. O composto então é descarregado e transportado ao pátio de maturação (FERNANDES; SILVA, 1999).

- Reatores em Batelada

O reator recebe uma determinada quantidade de resíduos, processa-os, e quando a fase termófila chega ao seu final, o reator é aberto, descarregado em batelada, recomeçando o processo com novos resíduos frescos (FERNANDES; SILVA, 1999).

Os reatores de batelada se diferem dos anteriores pelo fato do composto ficar confinado no mesmo local, não se deslocando. O reator, geralmente, é dotado de um sistema de agitação dos resíduos, que pode ser por rotação lenta do reator em torno de seu próprio eixo, ou por um sistema misturador interno. O revolvimento é necessário para limitar os caminhos preferenciais de passagem do ar, no entanto alguns modelos de reatores não são dotados deste dispositivo (PEREIRA, 2016).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Diante dos objetivos apresentados, o presente trabalho caracterizou-se como um estudo de caso, o que possibilitou uma análise mais precisa sobre o funcionamento da tecnologia Fastcompost em operação no *Shopping Center* Itaguaçu, localizado no munícipio de São José/SC.

O levantamento de dados para análise do gerenciamento dos resíduos orgânicos no *Shopping Center* Itaguaçu foi obtido através de visitas técnicas e registros fotográficos *in loco*, assim como questionamentos realizados com funcionários da Brooks Ambiental - empresa gerenciadora de resíduos contratada pelo empreendimento.

Para a análise da implantação, operação e controles ambientais da tecnologia Fastcompost, foram realizadas visitas técnicas no *Shopping Center* Itaguaçu e na Sede da empresa Fastcompost no município de Palhoça/SC, onde ocorrem as etapas finais do tratamento dos resíduos orgânicos. Ainda foram feitos questionamentos junto aos técnicos responsáveis pelo equipamento, bem como o acesso a documentos como Procedimento Operacional Padrão e manual de funcionamento do equipamento.

4.1. TECNOLOGIA FASTCOMPOST

O modelo FC2250, comercialmente denominado “Fastcompost” (Figura 03), é uma unidade móvel de compostagem aeróbia e acelerada dos resíduos sólidos orgânicos, transformando-os em composto orgânico. Dentre os diferentes métodos e técnicas de compostagem, este equipamento é classificado como sistema fechado/reator biológico (*in-vessel*), mecanizado em batelada, o que promove uma compostagem rápida.

Figura 3 – Modelo FC2250 - Tecnologia Fastcompost.

Fonte: Fastcompost, 2020.

Trata-se de um equipamento relativamente compacto, podendo ser alocado em área interna do próprio empreendimento ou em um contêiner fechado para proteção do equipamento contra intempéries (Figura 04), instalado em local estratégico geralmente próximo à central de gerenciamento de resíduos sólidos do empreendimento.

Figura 4 – Tecnologia Fastcompost no interior de contêiner de 32m³.

Fonte: Fastcompost, 2018.

É apresentado no Quadro 01, as especificações técnicas da unidade móvel de compostagem, modelo FC2250 - Fastcompost:

Quadro 1 - Especificações técnicas – tecnologia Fastcompost.

(continua)

ESPECIFICAÇÃO	DESCRITIVO
Capacidade de processamento	650 – 800 kg/dia 230 – 290 ton/ano
Ciclo médio de processamento	18 horas
Redução de volume médio	até 80%
Voltagem	380 volts
Consumo energético	07 kWh
Dimensões	2,80 m x 1,10 m x 1,05 m (C x P x A)
Peso bruto	925 kg

(continuação)

ESPECIFICAÇÃO	DESCRITIVO
Material da Estrutura	Aço Carbono 1020
Material dos Componentes	Aço Inox 304
Partes Elétricas	Marca WEG

Fonte: Fastcompost, 2020 (adaptado).

4.2. LOCAL DE ABRANGÊNCIA DO ESTUDO

Atualmente a tecnologia Fastcompost está em operação em *shoppings centers*, aeroporto, centros comerciais e *resorts* da região da Grande Florianópolis.

Para o desenvolvimento e aprofundamento sobre esta tecnologia, arbitrou-se pelo *Shopping Center* Itaguaçu como local para o estudo de caso (Figura 05).

Figura 5 - Vista aérea da estrutura do *Shopping Center* Itaguaçu.

Fonte: divulgação/ND, 2021.

Inaugurado em 1982, o *Shopping* Itaguaçu é um dos mais antigos da região sul do Brasil. A estrutura possui capacidade para 202 operações, entre lojas e quiosques, duas praças de alimentação, cinco salas de cinema, estacionamento. O empreendimento gera cerca de 2 mil empregos diretos e o fluxo mensal de consumidores é estimado em um milhão de pessoas. Seu horário de funcionamento é de segunda à sábado entre 10h e 22h e domingos e feriados entre 12h e 21h.

O empreendimento está localizado na junção das rodovias federais BR 282 e BR 101, na rua Gerôncio Thives, nº 1079, no município de São José/SC. Suas coordenadas geográficas são latitude 27°35'7.95"S / longitude 48°36'52.04"O, conforme mapa em Figura 06.

Figura 6 - Localização da área de estudo.

Fonte: software Google Earth, 2021.

4.3. CÁLCULO GERAÇÃO MÉDIA DE COMPOSTO ORGÂNICO

A estimativa de geração média de composto orgânico no empreendimento se baseia nos registros inseridos na planilha de controle interno do equipamento, em que os colaboradores da empresa gerenciadora de resíduos do empreendimento a preenchem após a etapa de pesagem do resíduo orgânico a ser introduzido na Fastcompost.

Os valores avaliados da geração de resíduos orgânicos no empreendimento foram obtidos no período entre os meses de julho e outubro de 2021, em um total de 4 meses. O *Shopping Center* Itaguaçu funciona todos os dias do mês, incluindo domingos e feriados, bem como a Central de Gerenciamento de Resíduos.

Com base nestas observações, a lógica do cálculo para obtenção da quantidade média diária de resíduos orgânicos inseridos no equipamento em determinado mês é a seguinte:

$$Qm_r = \frac{\mathrm{C1+C2+C3+\ldots+Cnr}}{\mathrm{n}} \qquad (1)$$

Onde:
Qm_r = valor médio de resíduo orgânico inserido no equipamento em determinado mês, em kg
Cn_r = somatório da pesagem entrada resíduo orgânico registrado em planilha, em kg
n = número dias funcionamento empreendimento em determinado mês, em dias

Ao fim do processo de compostagem, é realizada uma nova pesagem, agora do composto orgânico, de modo a permitir a determinação da produção média diária de composto orgânico, através do seguinte cálculo:

$$Qm_c = \frac{\mathrm{C1+C2+C3+\ldots+Cnc}}{\mathrm{n}} \quad (2)$$

Onde:
Qm_c = média de composto orgânico retirado do equipamento em determinado mês, em kg
Cn_c = somatório da pesagem saída composto registrado em planilha, em kg
n = número dias funcionamento empreendimento em determinado mês, em dias

Para verificação do percentual de redução de volume do resíduo orgânico de entrada para o composto orgânico de saída, a lógica de cálculo foi:

$$Re\ (\%) = \left(1 - \left(\frac{Qmc}{Qmr}\right)\right) * 100 \quad (3)$$

Onde:
Re (%) = percentual de redução do volume
Qmc = valor médio de composto orgânico retirado do equipamento em determinado mês, em kg
Qmr = valor médio de resíduo orgânico inserido no equipamento em determinado mês, em kg

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. DIAGNÓSTICO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NO EMPREENDIMENTO

5.1.1. Principais Geradores Resíduos Orgânicos

O *Shopping Center* Itaguaçu possui atualmente 135 estabelecimentos locatários em sua estrutura. No APÊNDICE A é apresentada a relação dos estabelecimentos locatários em funcionamento no empreendimento, por ordem alfabética pelo nome fantasia, seguido da sua localização e seus respectivos departamentos/segmentos.

Dentre os 135 estabelecimentos listados, os maiores geradores de resíduos orgânicos são do segmento de alimentação, o equivalente a 26% do total de locatários, como restaurantes, mini mercado e redes de *fast food*, situados principalmente nas duas praças de alimentação, sendo uma destas praças situada no andar térreo (Figura 07) e a outra no primeiro pavimento do empreendimento.

Figura 7 - Praça de alimentação localizada no andar térreo do empreendimento.

Fonte: Autor, 2021.

Além das duas praças de alimentação destinadas ao público frequentador do *shopping*, há duas copas destinadas ao uso exclusivo dos funcionários, também consideradas pontos significativos de geração de resíduos orgânicos.

5.1.2. Manejo dos Resíduos Orgânicos

É apresentado o descritivo das etapas iniciais do manejo dos resíduos orgânicos gerados no empreendimento até o seu tratamento *in loco* na unidade móvel de compostagem Fastcompost.

- **Conscientização Ambiental**

A etapa prévia ao manejo dos resíduos sólidos se dá pela conscientização ambiental junto aos funcionários e terceirizados através da educação ambiental realizada por estagiário contratado pela Brooks Ambiental – empresa terceirizada pelo gerenciamento de resíduos no empreendimento.

O estagiário tem como objetivo sensibilizar e relembrar os funcionários do empreendimento sobre a importância dos "5 R's" (repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar) em suas lojas para que fomente a redução na geração de resíduos sólidos como um todo, melhorar a segregação dos resíduos, assim como explicar sobre o funcionamento da Central de Resíduos e sua logística.

- **Segregação, Identificação e Acondicionamento**

Quando ocorre a geração de resíduos em determinado local, o responsável pela sua geração é instruído a segregar corretamente seus resíduos de acordo com a sua classificação (NBR ABNT 10004:2004), a fim de garantir o destino adequado destes resíduos sólidos gerados.

Os principais pontos geradores de resíduos orgânicos – praças de alimentação e copas dos funcionários – possuem coletores padronizados e identificados de forma a separar o resíduo orgânico dos recicláveis (Figuras 8a e 8b), para evitar a contaminação dos resíduos passíveis de reciclagem para sua posterior triagem, enfardamento e comercialização.

Figura 8 – Coletores com identificação para segregação dos resíduos sólidos: a) bateria de coletores em praça de alimentação; b) coletores dispostos em copa dos funcionários.

Fontes: Autor, 2021.

A fim de facilitar a segregação adequada, devido à grande geração de orgânicos nas dependências dos restaurantes e similares, estes locais dispõem de uma bombona própria para o acondicionamento de seus resíduos orgânicos (Figura 9).

Figura 9 - Bombona disponibilizada aos grandes geradores de resíduos orgânicos.

Fonte: Autor, 2021.

- **Transporte Interno e Armazenamento Temporário**

O transporte interno dos resíduos sólidos ocorre diariamente, sendo estes direcionados à Central de Resíduos do *Shopping*. Os próprios geradores são encarregados do transbordo de

seus resíduos até a Central. Os resíduos são dispostos em baias identificadas de acordo com sua classificação (Figuras 10a e 10b).

Figura 10 - Armazenamento temporário dos resíduos: a) baias identificadas para resíduos recicláveis; b) baias destinadas para resíduos não recicláveis (fundos) e orgânicos (lateral).

Fontes: Autor, 2021.

- **Tratamento dos Resíduos Orgânicos *in loco***

Com relação aos resíduos orgânicos gerados no empreendimento, estes são transformados em composto orgânico no próprio local gerador através da tecnologia Fastcompost (Figura 11), de forma a reduzir seu volume inicial em até 80%, para então seguir às próximas etapas do manejo.

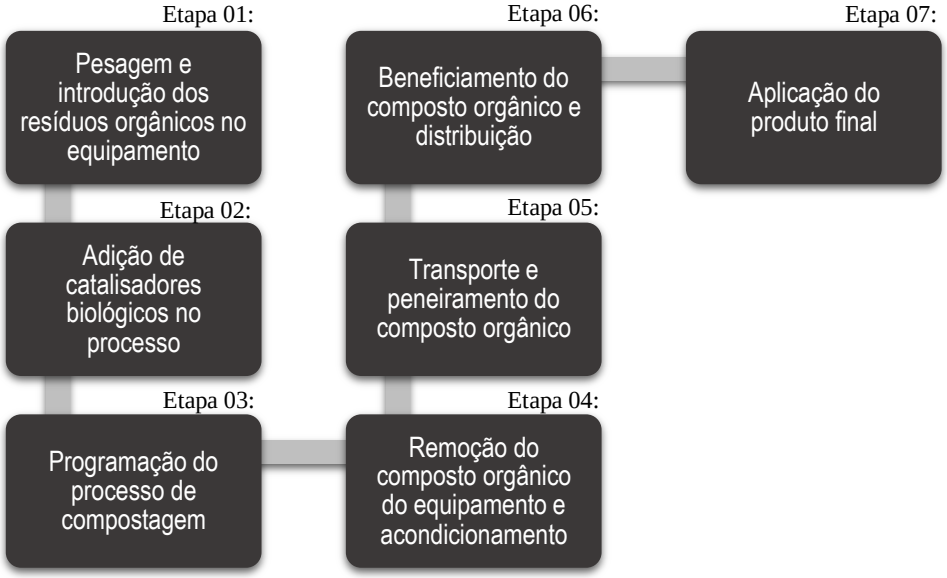
Figura 11 - Tecnologia Fastcompost em funcionamento no *Shopping Center* Itaguaçu.

Fonte: Autor, 2021.

5.1.2.1. Descritivo do Processo de Compostagem – Fastcompost

O Fluxograma 01 demonstra as etapas para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos na Fastcompost, desde a pesagem dos resíduos até a sua transformação e aplicação do composto bioestabilizado:

Fluxograma 1 - Etapas do tratamento de resíduos orgânicos – Fastcompost.

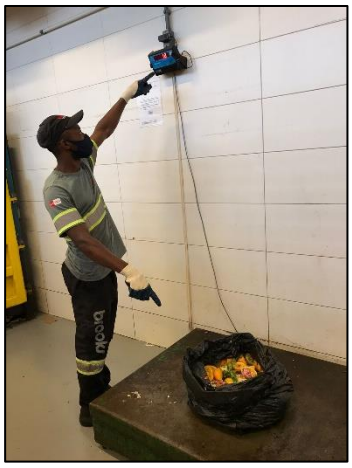


Fonte: Autor, 2021.

- Etapa 01: pesagem e introdução dos resíduos orgânicos no equipamento

Os resíduos orgânicos, previamente segregados na origem, são pesados em uma balança industrial (Figura 12) e registrados em planilha padrão para controle interno. Na etapa de pesagem, os sacos plásticos e bombonas contendo resíduos orgânicos, ainda passam por uma breve triagem com o objetivo de desviar do processo quaisquer remanescentes plásticos ou rejeitos antes de iniciar o processo automatizado de compostagem acelerada.

Figura 12 - Etapa de pesagem dos resíduos orgânicos.



Fonte: Autor, 2021.

Após a etapa de pesagem, o resíduo orgânico é inserido na unidade de compostagem Fastcompost (Figura 13).

Figura 13 - Etapa de inserção dos resíduos orgânicos no equipamento.

Fonte: Autor, 2021.

- Etapa 02: adição de catalisadores biológicos no processo

Com os resíduos orgânicos já no equipamento (Figura 14), faz-se a adição das enzimas, composto de bactérias especializadas a este fim e que possuem o papel de catalisadores biológicos para decompor a matéria orgânica de forma acelerada, quando em condições favoráveis.

Figura 14 – Resíduos orgânicos inseridos na Fastcompost.

Fonte: Fastcompost, 2018.

- Etapa 03: programação do processo de compostagem

Como se trata de um processo automatizado, o equipamento possui *setups* pré-programados de temperatura média e aeração controlada, de modo a otimizar o processo de compostagem. O tempo de retenção dos resíduos orgânicos no reator pode variar entre 14 e 22 horas, a depender da composição e umidade dos resíduos orgânicos a serem tratados em determinado processo. Os parâmetros de temperatura e tempo do processo podem ser observados em tempo real no *display* do equipamento (Figura 15).

Figura 15 - Processo automatizado através de *setups* pré-programados – Fastcompost.

Fonte: Fastcompost, 2018.

O processo de tratamento do resíduo orgânico ocorre em batelada com revolvimento mecanizado por um misturador interno helicoidal (Figura 16). O revolvimento é necessário para limitar os caminhos preferenciais de passagem do ar, a fim de garantir boa aeração, impactando diretamente na qualidade do produto final.

Figura 16 – Interior do equipamento.

Fonte: Fastcompost, 2018.

O equipamento possui um sistema de exaustão para a retirada dos gases provenientes da oxidação biológica que são direcionados aos 2 filtros contendo cascalho e carvão ativado granulado e 3 mantas de sacrifício compostas por carvão ativado pulverizado como meio filtrante.

- Etapa 04: remoção do composto orgânico do equipamento e acondicionamento

Após finalizado o tempo de processo, o composto orgânico, em temperatura ambiente, é retirado do equipamento de forma manual para então ser acondicionado em caixas de poliestireno expandido (Figura 17) que auxiliam em manter as características do composto por mais tempo, sendo que cada recipiente possui capacidade de armazenamento de 40 kg de composto, para então ser transportado às etapas finais de peneiramento até a sua distribuição.

Figura 17 - Composto orgânico oriundo da unidade de compostagem Fastcompost.

Fonte: Fastcompost, 2018.

- Etapa 05: transporte e peneiramento do composto orgânico

Após determinada quantidade acumulada, geralmente a cada 15 dias, o composto orgânico é transportado em até a sede da Fastcompost para a etapa de peneiramento.

O composto orgânico passa pela etapa de peneiramento em um equipamento vibratório (Figura 18) com o objetivo de desviar da etapa seguinte os orgânicos ainda não degradados por completo, como por exemplo ossos, bem como o barramento de eventuais resíduos que passam despercebidos pela etapa inicial de triagem, como fragmentos de sacolas plásticas.

Figura 18 - Etapa de peneiramento do composto orgânico da Fastcompost.

Fonte: Autor, 2021.

De acordo com os dados obtidos no local junto aos funcionários, foi verificado que 20% do composto orgânico é desviado nesta etapa do processo.

- Etapa 06: beneficiamento do composto orgânico e distribuição

Após o peneiramento, o composto passa pela etapa de beneficiamento, que visa adicionar micro e macro nutrientes para alcançar as garantias estabelecidas a seus respectivos fins. Após esta etapa, o composto bioestabilizado é embalado, distribuído e/ou comercializado, sendo denominado comercialmente por “Neocompost” (Figura 19).

Figura 19 - Embalagem do produto final - Neocompost.

Fonte: Fastcompost, 2021.

- Etapa 07: aplicação do produto final

Após seu beneficiamento, o composto organomineral é comumente distribuído para fins como adubação de gramados (Figura 20) e hortas.

Figura 20 - Aplicação do produto final em gramados esportivos na região.

Fonte: Koehler, 2021.

5.2. PRINCIPAIS ASPECTOS TECNOLOGIA FASTCOMPOST

É apresentado abaixo os principais aspectos de análise da tecnologia Fastcompost. Os itens a seguir foram divididos em quatro categorias: 5.2.1. Implantação; 5.2.2. Operacional; 5.2.3. Produto final; 5.2.4. Outros aspectos.

5.2.1. Implantação

5.2.1.1. Abrangência da tecnologia

O público-alvo para a aquisição da tecnologia são grandes geradores de resíduos orgânicos em centros urbanos como *shoppings centers*, hotéis, supermercados, centros comerciais, aeroportos, dentre outros. Estes geradores possuem características em comum

quando se trata de gerenciamento de resíduos sólidos que é a sua grande geração diária de resíduos sólidos em suas dependências, incluindo os resíduos orgânicos.

5.2.1.2. Espaço físico necessário

O equipamento exige alguns requisitos mínimos para o seu correto funcionamento e preservação de seus componentes:

- Área apropriada para instalação do equipamento: mínimo 2,8 metros de comprimento e 1,1 metros de largura (3,08 m²);
- Espaço adequado para armazenamento temporário do composto orgânico a ser gerado pelo equipamento;
- Pontos de energia e exaustão próximo ao local de operação do equipamento;
- Local coberto para proteção contra intempéries e bem ventilado. Caso o empreendimento não possua local com estes requisitos, é ofertado um contêiner de 32m³, com ventilação projetada, onde a unidade de compostagem é instalada em seu interior.

5.2.1.3. Consumo energético

A tecnologia Fastcompost requer voltagem trifásica 380 volts e tem um consumo energético de 7 kWh. Os processos de transformação do resíduo orgânico em composto orgânico no equipamento duram, em média, 18 horas.

5.2.1.4. Impacto de vizinhança

O equipamento não emite ruídos a níveis relevantes, podendo ser considerado um equipamento relativamente silencioso. Além disso, a instalação e operação do equipamento em locais apropriados como nas centrais de gerenciamento de resíduos dos empreendimentos, ou até mesmo dentro de contêineres de 32m³, distante dos limites do terreno.

Por se tratar de um equipamento de processo biológico, a depender da composição e umidade do resíduo orgânico em transformação, pode haver odor indesejável durante o seu funcionamento em determinados processos. Como medida atenuante, a Fastcompost é equipada com exaustor, 2 filtros iniciais contendo cascalho e carvão ativado granulado e 3 mantas de sacrifício com carvão ativado pulverizado, substituídos periodicamente.

O carvão ativado é uma forma de carbono tratado que aumenta significativamente as propriedades de adsorção deste elemento poroso, e neste caso é utilizado com o objetivo de conter substâncias orgânicas dissolvidas e odor proveniente dos gases odoríferos do processo de compostagem.

5.2.2. Operacional

5.2.2.1. Manutenção e operação do equipamento

O equipamento passa por manutenções periódicas para assegurar a eficiência de seu funcionamento, sem a necessidade de gastos com transporte e logística do equipamento até a oficina localizada em sua Sede, salvo exceções quando se faz necessário reparos ou *upgrades* de alta complexidade.

As manutenções mais rotineiras são a substituição dos filtros de carvão ativado e eventuais trocas de componentes que chegaram ao fim de sua vida útil devido a depreciação previsível destes.

Com relação ao grau de especialização para operação do equipamento, os colaboradores encarregados pela operação do equipamento passam por capacitação e treinamentos periódicos para a correta segregação dos resíduos orgânicos, manuseio do equipamento e medidas de segurança contra acidentes de trabalho.

5.2.2.2. Produção diária média de composto orgânico

Os valores avaliados da geração de composto orgânico no *Shopping Center* Itaguaçu foram obtidos no período entre os meses de julho e outubro de 2021, em um total de 4 meses.

A depender da composição predominante e umidade da carga de resíduos orgânicos a ser inserida no equipamento, o ciclo do processo pode variar entre 14 e 22 horas até a sua conclusão.

Conforme cálculos descritos no tópico 4.3, segue abaixo a Tabela 01 contemplando a produção média diária de composto orgânico a partir dos resíduos orgânicos gerados no empreendimento:

Tabela 1 – Produção média diária de composto orgânico no *Shopping Center* Itaguaçu.

Mês	Média Diária Resíduos Orgânicos Inseridos na FC (kg)	Média Diária Produção de Composto Orgânico (kg)	Redução Média do Volume (%)
Julho	363,5	108,2	70,2
Agosto	343,2	96,9	71,6
Setembro	353,9	101,3	71,4
Outubro	381,4	108,9	71,3
Média	**360,5**	**103,8**	**71,1**

Fonte: Autor, 2021.

Pode-se constatar uma oscilação baixa em cada um dos valores mensais alcançados, principalmente na redução média do volume; durante os 4 meses analisados, houve uma geração média de 103,8 kg de composto orgânico por dia no empreendimento; os meses de julho e outubro foram os meses de maior geração de resíduos orgânicos, provavelmente por se tratarem de meses com maior fluxo de visitantes e, consequentemente, de maior consumo de alimentos no local.

Cabe salientar ainda, conforme observações realizadas *in loco* e questionamentos junto aos colaboradores e estagiário, que em torno de 1, a cada 10 sacos plásticos contendo resíduos orgânicos, acabam sendo descartados devido à má segregação na origem. Logo, estima-se um desvio de 10% dos resíduos orgânicos do processo de compostagem por ser considerada inviável a separação destes.

5.2.2.3. Geração de resíduos do processo

O composto orgânico é coletado e transportado até a sede da empresa Fastcompost para seguir para a etapa de peneiramento. A geração de resíduos do processo ocorre nesta etapa, onde determinados fragmentos do composto orgânico que não obtiverem a granulometria requerida, são desviados das etapas seguintes por não estarem aptos.

Em dado obtido em campo, em torno de 20% do composto orgânico é barrado na etapa de peneiramento devido às características do resíduo de difícil degradação como ossos e coco ou de lenta degradação como cítricos em excesso. Outro fator observado foi a presença de

resíduos indesejáveis ao processo de compostagem como sacolas e embalagens plásticas que passam despercebidas nas etapas anteriores de triagem.

Já com relação aos filtros, após o fim da vida útil do carvão ativado (meio filtrante), estes são descartados adequadamente de acordo com a sua classificação. A classificação inicial do carvão ativado é Classe IIA – não inerte, e como o seu uso industrial neste cenário é para adsorção de substâncias sem toxinas ou impurezas, este é disposto em aterro após determinado período de uso e perda de sua eficiência.

5.2.2.4. Medidas de segurança no trabalho

O equipamento possui sistema automático de sensores para paralisação do misturador e dispositivo de emergência (*Stop Button*) próximo ao *display* do equipamento para paralisação total da operação da Fastcompost em caso de situações atípicas.

Para evitar acidentes de trabalho, os colaboradores passam por capacitações periódicas para o adequado manuseio do equipamento, assim como o acesso ao documento de Procedimento de Operação Padrão que fica à disposição no próprio empreendimento.

5.2.3. Produto Final

5.2.3.1. Qualidade do produto final

Logo após o processo de transformação do resíduo orgânico em composto orgânico na Fastcompost, este composto rico em matéria orgânica ainda passa pelas etapas de controle de qualidade através de beneficiamento para que o fertilizante orgânico possua as características e elementos mínimos exigidos.

Segue na Tabela 02 abaixo, a formulação elementar a cada 1 kg do composto beneficiado:

Tabela 2 - Formulação do produto final – Neocompost.

(continua)

COMPOSIÇÃO	QUANTIDADE (g)	PERCENTUAL (%)
Composto Fastcompost	150	15
Superfosfato Simples	380	38
Sulfato de Potássio	42	4,2
Calcário Dolomítico	210	21
Gesso Agrícola	150	15

(continuação)

COMPOSIÇÃO	QUANTIDADE (g)	PERCENTUAL (%)
Ácido Bórico	0,6	0,06
Sulfato de Cobre	30	30
Enxofre Ventilado	21	21
Sulfato Ferroso (Hematita)	09	9
Sulfato de Zinco	03	3

Fonte: Fastcompost, 2021 (adaptado).

As principais características do composto organomineral Neocompost é seu alto percentual em matéria orgânica, fósforo e potássio, sendo estes elementos (NPK) essenciais em um fertilizante de solo. Além disso, a combinação da composição do produto auxilia na inibição da presença de alumínio no solo, visto que a presença de alumínio no solo é um dos principais fatores na não disponibilização dos nutrientes na solução do solo.

5.2.4. Outros Aspectos

5.2.4.1. Enquadramento ambiental da atividade

De acordo com a Resolução CONAMA nº 237 de 1997, o licenciamento ambiental é o procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

No Estado de Santa Catarina, as Resoluções CONSEMA nº 98 e 99 de 2017, em complemento com a Resolução CONSEMA nº 133 de 2019, listam as atividades ou empreendimentos considerados potencialmente causadoras de degradação ambiental passíveis de licenciamento ambiental de acordo com atividade econômica, potencial poluidor e porte do empreendimento, podendo ser a âmbito local pelo órgão ambiental municipal competente ou de âmbito estadual pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina IMA/SC.

A atividade exercida pela unidade de compostagem Fastcompost é enquadrada conforme o código “71.40.02 - Unidade móvel de tratamento de resíduos, sem que ocorra emissão de efluentes gasosos” presente na Resolução CONSEMA nº 98 de 2017, concedida pelo IMA/SC.

5.2.4.2. Controles ambientais

As medidas de controle ambiental são destinadas a prevenir os impactos negativos gerados pelas atividades do equipamento, ou ainda, reduzir sua magnitude sobre o meio ambiente, onde os danos causados são mitigados ou compensados.

De acordo com a licença concedida pelo IMA, devem ser adotadas como medida de controle ambiental a revisão e manutenção periódica e preventiva do equipamento para que o mesmo funcione em perfeitas condições, evitando qualquer tipo de impacto ambiental, bem como a destinação adequada de efluentes líquidos e resíduos gerados em unidades devidamente licenciadas, quando houver.

O programa de capacitação da mão de obra tem o intuito de capacitar os colaboradores envolvidos nas atividades para que exerçam suas atividades com segurança e garantam otimização dos processos produtivos de maneira eficiente.

5.2.4.3. *Marketing* sustentável

A conduta das organizações nos aspectos ambientais e sociais vêm sendo observadas e exigidas pela população e investidores. Indicadores como ESG vêm mudando a forma como a população enxerga e aplica a sustentabilidade. A problemática dos resíduos sólidos deve ser considerada de forma circular, à valorizar a reciclagem.

Logo, além da proposta principal da Fastcompost que é viabilizar a prática da compostagem em locais de geração diária significativa de resíduos orgânicos, o equipamento traz benefícios a curto e/ou longo prazo como: aumento desvio de resíduos orgânicos de aterro sanitário, mitigando de emissões de dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4); tempo de processamento do resíduo orgânico; redução do volume original em até 80%, influenciando diretamente na logística de transporte; entre outros.

Com isso, a tecnologia Fastcompost pode servir como ferramenta de *marketing* aos empreendimentos e como instrumento para educação ambiental, incentivando o consumo consciente e imagem positiva junto ao público frequentador, fornecedores e investidores.

5.3. SUGESTÕES DE MELHORIAS

5.3.1. Intensificação da Educação Ambiental

A etapa inicial de segregação correta dos resíduos sólidos nos pontos de origem é peça-chave às etapas seguintes em qualquer processo de compostagem. Isto porque a separação

adequada dos resíduos torna todo o processo mais eficaz, principalmente por: despender menos tempo dos colaboradores na etapa de triagem; aumentar o quantitativo de resíduos orgânicos tratados e transformados em compostos orgânico e; assegurar as características dos resíduos passíveis de reciclagem.

Cabe ao público frequentador e aos funcionários e terceirizados a correta separação dos resíduos sólidos na origem. Com isso, sugere-se ações e campanhas de conscientização ambiental com o público frequentador através de comunicados no *site* e televisores dispostos no próprio empreendimento sobre as iniciativas adotadas. Não é recomendada a impressão de cartilhas ou *folders* pois acaba por gerar mais resíduos. Além disso, sugere-se ações como distribuição gratuita do composto bioestalizado, a fim de demonstrar o engajamento do empreendimento na causa e estimular a correta separação.

Com relação aos funcionários, estes possuem um papel essencial na correta segregação dos resíduos sólidos, porém é comum em grandes empreendimentos uma significativa rotatividade de funcionários, assim como a inauguração de novas lojas no *Shopping*, implicando na intensificação de palestras de conscientização e reforços periódicos de logística de trabalho e separação correta dos resíduos no empreendimento.

5.3.2. Utilização de Mesa de Triagem Específica

Conforme analisado em campo, estimou-se um desvio médio do processo de compostagem de 10% dos resíduos orgânicos devido à má segregação nos pontos de origem (Figura 21) em alguns pontos de geração no empreendimento.

Figura 21 – Amostra de saco contendo mistura de resíduos de diferentes classificações.

Fonte: Autor, 2021.

Atualmente é realizada apenas uma triagem visual na etapa de pesagem dos resíduos orgânicos e, por isso, quando é verificado que determinado saco plástico está comprometido com demasiada mistura de orgânico com resíduos recicláveis (e/ou não recicláveis), é considerada inviável a segregação deste saco plástico em específico.

Para aprimorar esta estatística, sugere-se a instalação de mesa de triagem própria para a Fastcompost, anexa ao equipamento, conforme modelo já existente em outro empreendimento (Figura 22), de modo a permitir uma triagem mais acurada e eficaz, aumentando o desvio de sacolas, embalagens plásticas, ossos e outros resíduos indesejáveis do processo de compostagem acelerada.

Figura 22 - Mesa de triagem anexa à unidade de compostagem Fastcompost.

Fonte: Fastcompost, 2021.

5.3.3. Diminuição da Taxa de Detenção de Resíduos - Etapa Peneiramento

A etapa de peneiramento de todo composto orgânico oriundo das unidades de compostagem Fastcompost nos estabelecimentos ocorre de forma centralizada na sede da empresa no município de Palhoça/SC. Conforme averiguado em campo, em torno de 20% do composto é detido na etapa de peneiramento por não possuir a granulometria necessária. A composição deste rejeito se dá principalmente por resíduos orgânicos de difícil degradação como ossos, laticínios, carnes, cítricos e similares que, por estarem ainda não completamente degradados, são barrados na malha de abertura (granulometria pré-estabelecida) do equipamento vibratório, não seguindo para a etapa seguinte de beneficiamento do composto. Além dos orgânicos não completamente degradados, é comum nesta etapa de peneiramento a detenção de sacolas e embalagens plásticas que acabam passando despercebidas na etapa de triagem visual prévia à pesagem e introdução do resíduo na unidade de compostagem Fastcompost.

Ressalta-se de início a importância das sugestões citadas anteriormente, como intensificação da educação ambiental e uso de mesa de triagem, para a melhoria desta questão, principalmente na diminuição de resíduos plásticos e rejeitos.

Além disso, sugere-se a realização de uma gravimetria conforme as normas vigentes para obtenção de dados acurados sobre a quantidade e composição destes 20% retidos. Caso seja considerada uma quantidade significativa de resíduos orgânicos não completamente degradados no processo, sugere-se um aproveitamento maior na compostagem destes resíduos, através da reintrodução destes resíduos orgânicos ao processo de compostagem até a sua completa degradação.

5.3.4. Neutralização de Odor Desagradável em Determinados Processos

Apesar de se tratar de um processo de decomposição biológica, o qual o odor é inevitável, há processos de compostagem onde a composição do resíduo orgânico pode gerar odor desagradável, principalmente composições de orgânicos com excesso de umidade e que são naturalmente fétidos como carnes em geral, especialmente resquícios de peixes e suas escamas, bem como outros resíduos com características similares.

Com o propósito de conter este mau cheiro destas eventuais combinações de composição com odor desagradável, existem soluções no mercado para neutralização de odores, como, por exemplo, soluções com princípio ativo natural contendo terpenoides.

É importante verificar a comprovação sobre a eficácia do produto através de testes consagrados como painéis olfativos e comprovação laboratorial sobre segurança e toxicidade do produto, reconhecidos pela ANVISA para garantia da qualidade do produto final. Cabe salientar ainda que a introdução destes produtos no processo de compostagem envolve custos, tendo que avaliar a viabilidade e necessidade em aplicar esta solução.

Além disso, é importante prezar sempre por instalar a Fastcompost em locais bem ventilados para a troca de ar constante no local e a troca e manutenção frequente dos filtros de carvão ativado, como já é feito atualmente, sendo estas medidas consideradas suficientes para maior parte dos processos de compostagem.

O Quadro 02 a seguir apresenta um resumo dos aspectos analisados referente à tecnologia Fastcompost, em suas respectivas categorias, de modo a sintetizar as questões abordadas e as sugestões de melhorias, que visam a otimização do processo.

Nele é possível observar que, dentre os aspectos analisados, foram sugeridas melhorias principalmente com relação ao aspecto operacional do equipamento, mais especificamente na qualidade da segregação da origem, visando garantir um aproveitamento ainda maior no tratamento dos resíduos orgânico.

Quadro 2 – Resumo aspectos analisados referente à tecnologia Fastcompost.

(continua)

CATEGORIA	ASPECTO	DESCRITIVO	SUGESTÕES P/ MELHORIAS
Implantação Fastcompost	Abrangência	• Grandes geradores de resíduos orgânicos	• Não há sugestões de melhorias neste aspecto
	Espaço Físico Necessário	• Local coberto contra intempéries • Ponto de energia à disposição • Alternativa de contêiner 32m³ para casos onde não houver espaço adequado ao equipamento	• Não há sugestões de melhorias neste aspecto
	Consumo Energético	• Requer voltagem trifásica 380 volts • Consumo energético de 7 kWh	• Não há sugestões de melhorias neste aspecto
	Impacto de Vizinhança	• Ruído insignificante • Instalação em áreas próprias para uso do equipamento • Odor irrelevante na maior parte dos processos	• Sugestão de melhoria com relação ao odor em determinados processos devido composição da carga orgânica: inserção de aditivos, específicos para este fim, no processo
Operacional Fastcompost	Manutenção e Operação	• Manutenções periódicas *in loco* • Capacitação e treinamentos periódicos junto aos colaboradores para correto manuseio do equipamento	• Não há sugestões de melhorias neste aspecto
	Produção Diária Média de Composto Orgânico	• Valores obtidos entre os meses: julho e outubro de 2021 • Produção diária média de composto orgânico: 103,8 kg • Redução média de volume: 71,1% • Em torno de 10% dos resíduos orgânicos não entram no processo de compostagem devido má segregação na origem	• Sugestão de melhoria: intensificação da educação ambiental para melhor segregação na origem • Sugestão de melhoria: aquisição de mesa de triagem específica para melhor aproveitamento de todos os resíduos orgânicos

Quadro 2 – Resumo aspectos analisados referente à tecnologia Fastcompost.

(*continuação*)

CATEGORIA	ASPECTO	DESCRITIVO	SUGESTÕES P/ MELHORIAS
Operacional Fastcompost	Geração de Resíduos do Processo	• Na etapa de peneiramento, em torno de 20% é barrado devido: resíduo não-compostável (sacolas plásticas, por exemplo) ou resíduo orgânico não completamente degradado (ossos, por exemplo) • O carvão ativado dos filtros, no fim de sua vida útil, é disposto em aterro sanitário como classe IIA – não inerte	• Sugestão de melhoria: reintrodução no processo de compostagem dos resíduos não completamente degradados para melhor aproveitamento
	Medidas de Segurança	• Sistema automático de sensores • Dispositivo de emergência próximo ao *display* do equipamento • Capacitações e treinamentos periódicos	• Não há sugestões de melhorias neste aspecto
Produto Final Fastcompost	Qualidade do Produto Final	• Após etapa de beneficiamento, se torna um composto organomineral rico em macronutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio	• Não há sugestões de melhorias neste aspecto
Outros Aspectos Fastcompost	Enquadramento Licenciamento Ambiental	• Atividade licenciada no código 71.40.02, Resolução CONSEMA nº 98 de 2017 concedida pelo IMA/SC	• Não há sugestões de melhorias neste aspecto
	Controles Ambientais	• Manutenção periódica e preventiva do equipamento • Destinação adequada quando houver geração de efluentes líquidos e resíduos sólidos • Programas de capacitação da mão de obra	• Não há sugestões de melhorias neste aspecto
	Marketing Sustentável	• Tecnologia Fastcompost como ferramenta de *marketing* aos empreendimentos e fomento à separação correta dos resíduos	• Sugestão de melhoria: intensificação da educação ambiental para melhor segregação na origem

6. CONCLUSÃO

A escolha deste estudo se deu em virtude da crescente preocupação mundial com relação ao descarte inadequado e consumo desenfreado dos recursos naturais finitos e, a nível local, ao pioneirismo da região da Grande Florianópolis, a qual os municípios Florianópolis e São José aprovaram as suas respectivas "Lei da Compostagem", em consonância com a PNRS, que tem como objetivo garantir a destinação adequada e valoração destes resíduos, fomentando a busca por alternativas de compostagem.

Este trabalho abordou aspectos referentes à unidade de compostagem acelerada Fastcompost como alternativa ao tratamento de resíduos sólidos orgânicos em grandes geradores em centros urbanos, com base no gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos do *Shopping Center* Itaguaçu.

Conclui-se com a análise sobre o atual gerenciamento de resíduos orgânicos do empreendimento, que este segue as etapas de manejo previstas na PNRS, enquanto que, com relação à análise sobre a implantação, operação e controles ambientais da tecnologia Fastcompost, conclui-se ser uma alternativa de tecnologia eficaz e viável ao tratamento de resíduos orgânicos de grandes geradores, desde que seus aspectos de implantação se adequem ao propósito do interessado.

Somado a isso, as análises supracitadas forneceram dados e conhecimento de todo o processo de funcionamento da tecnologia Fastcompost, desde a geração do resíduo até a sua transformação em produto final, permitindo a busca por sugestões e soluções viáveis ao processo do equipamento.

Sendo assim, as sugestões apontadas foram: a intensificação da educação ambiental, para que se tente reduzir ao máximo o desvio de resíduos orgânicos contendo mistura e inviabilizando a sua separação; a aquisição de mesa de triagem específica para a tentativa de recuperar estes resíduos orgânicos contaminados, sem despender muito tempo de trabalho; a reintrodução em processos de compostagem dos resíduos orgânicos detidos na etapa de peneiramento por ainda não estarem completamente degradados; considerar a aquisição e inserção de aditivos em eventuais processos de compostagem com odor desagradável, devido à composição de determinada carga de resíduos orgânicos. Dentre as sugestões abordadas para a otimização do processo, verificou-se que a maior parte se refere à segregação adequada na fonte para a garantia de maior aproveitamento de todos os resíduos orgânicos e maior agilidade no processo.

Por fim, salienta-se que este estudo não se limita apenas a esta tecnologia de compostagem, mas também a sistemas de reator fechado com propriedades e aplicações similares, assim como as sugestões abordadas podem contemplar outros empreendimentos além do empreendimento em questão.

6.1. TRABALHOS FUTUROS

Seguem abaixo sugestões para trabalhos futuros abrangendo o tema, visando aprofundar e trazer inovações no funcionamento deste método de compostagem em sistema fechado:

- Comparativo viabilidade da tecnologia Fastcompost com outros métodos de compostagem;
- Análise da influência da composição de resíduos orgânicos introduzidos na Fastcompost em seu produto final;
- Análise das características do produto final e sua aplicabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004** – Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10005 –** Resíduos sólidos - lixiviação. Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10006 –** Resíduos sólidos - solubilização. Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10007 –** Resíduos sólidos - amostragem. Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 11174** – Armazenamento de resíduos classes II não inertes e inertes. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12235**. Armazenamento de resíduos sólidos perigosos. Rio de Janeiro. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13591** – Terminologia Compostagem. Rio de Janeiro. 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13221 –** Transporte terrestre de produtos perigosos. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7500 –** Transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos. Rio de Janeiro. 2021

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9191 –** Sacos plásticos para acondicionamento do lixo. Rio de Janeiro. 2008.

BRASIL, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2021. Disponível em: https://abrelpe.org.br/panorama-2021/. Acesso em: 03 dez. 2021

BRASIL, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Lei nº 14.026 de 2020** Marco Regulatório de Saneamento. Distrito Federal, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br. Acesso em: 28 mai. 2021.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos: Instrumento de Responsabilidade Socioambiental**. Distrito Federal, 2014. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br. Acesso em: 28 mai. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 257/2001.** Estabelece cores para os diferentes tipos de resíduos. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/. Acesso em: 31 mai. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 358/2005**. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/. Acesso em: 31 mai. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 307/2002**. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/. Acesso em: 31 mai. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 448/2012**. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/. Acesso em: 01 jun. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 237/1997**. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/. Acesso em: 01 nov. 2021.

BRASIL. Lei nº 6.938 de 1981 – **Política Nacional do Meio Ambiente**. Distrito Federal, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/.htm Acesso em: 28 mai. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 02 de agosto. 2010. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br. Acessado em: 31 mai. 2021.

FLORIANÓPOLIS. **Lei nº 10.501 de 08 de Abril de 2019.** Dispõe sobre a obrigatoriedade da reciclagem de resíduos sólidos orgânicos. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/ Acesso em: 24 mai 2021.

FLORIANÓPOLIS. **Plano Municipal de Coleta Seletiva**. 2016. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/24_08_2016_15.27.09.9b56b5b392c9a3ed272b055da90b836c.pdf. Acesso em: 03 dez. 2021.

SANTA CATARINA. **Lei 13.557/2005.** Política Estadual de Resíduos Sólidos no Estado de Santa Catarina. Disponível em: http://www.alesc.sc.gov.br/. Acesso em: 1 jun. 2021.

SANTA CATARINA. **Lei nº 14.675/2009.** Código Ambiental no Estado de Santa Catarina. Disponível em: http://www.alesc.sc.gov.br/. Acesso em: 1 jun. 2021.

SANTA CATARINA. **CONSEMA. Resolução nº 98 de 05 de julho de 2017.** Listagem das atividades sujeitas ao licenciamento ambiental e define estudos ambientais necessários. Disponível em: https://www.sde.sc.gov.br/index.php/biblioteca/consema/. Acesso em: 1 nov. 2021.

SÃO JOSÉ. **Lei nº 6.040 de 19 de Julho de 2021.** Dispõe sobre a obrigatoriedade da reciclagem de resíduos sólidos orgânicos. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/ Acesso em: 24 mai 2021.

SÃO JOSÉ. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. 2020. Disponível em: https://www.saojose.sc.gov.br/images/uploads/geral/Vers%C3%A3o_Preliminar_do_PMSB_consulta_publica.pdf. Acesso em: 03 dez. 2021.

ANDRADE, A. W. O. **Arqueologia do Lixo: um estudo de caso nos depósitos de resíduos da cidade de Mogi das cruzes em São Paulo**. 2006. 196 f.. Tese (Programa de Pós-Graduação em Arqueologia) - Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

AQUINO, A.M. **Biomassa microbiana, colóides orgânicos e nitrogênio inorgânico durante a vermicompostagem de diferentes substratos**. Pesq. Agropec. Bras., 40: 1087- 1093. 2005.

BELIZÁRIO, Saman. **Proposições para a adequação do plano de gerenciamento de resíduos sólidos do Tribunal de Justiça de Santa Catarina**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 2014.

BITTENCOURT, Paula Tonon. **Metodologia de elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos da UFSC campus Florianópolis.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 2014.

BURATTO, Vinicius Muller. **Diagnóstico do gerenciamento de resíduos sólidos em complexos portuários.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 2013.

CARVALHO, Júlio Cesar; SOCCOL, Carlos; WOICIECHHOWSKI, Adenise. **Compostagem de Resíduos Agroindustriais**. 2012.

CENTRO DE INFORMAÇÕES RECICLAGEM E MEIO AMBIENTE. **Orgânicos: definição, composto e como fazer a compostagem.** 2003. Disponível em: http://www.recicloteca.org.br/material-reciclavel/organicos/. Acesso em 27 mai. 2021.

CHAN, E. S. W.; WONG, S. C. K. **Motivations for ISO 14001 in the hotel industry**. Tourism Management, v. 27, p. 481-492, 2006.

CORRÊA, D., PRESSI, M.L.G. **Tecnologia de fabricação de fertilizantes orgânicos**. In: Cerri, C.C.; D. Athié. The regional colloquium on soil organic matter studies. Proceedings… São Paulo. p. 217-222. 1982.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the Circular Economy: Opportunities for the consumer goods sector**. p. 1–112, 2013.

FAPESC. **Critérios técnicos para elaboração de projeto, operação e monitoramento de pátios de compostagem de pequeno porte**. Florianópolis. 2017.

FERNANDES, Fernando; SILVA, Sandra M. C. Pereira. **Manual prático para a compostagem de biossólidos.** Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB). 1999.

FORTUNSKI, B. **Does the environmental management standard ISO 14001 stimulate sustainable development? An example from the energy sector in Poland**. Management of Environmental Quality: An International Journal, v. 19, n. 2, p. 204-212, 2008.

FRANÇA, Neifer. **A ISO 14001 impulsionada por empresas ESG.** 2020. Disponível em: https://www.qmsbrasil.com.br/blog/a-iso-14001-impulsionada-por-empresas-esg-2/. Acesso em: 26 out. 2021.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. **A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems**. Journal of Cleaner Production, 2015.

INÁCIO, C. T. & MILLER, P. R. M. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

IQBAL, A. et al. **Integrated municipal solid waste management scheme of Hong Kong: A comprehensive analysis in terms of global warming potential and energy use**. Journal of Cleaner Production, v. 225, n. 2019, p. 1079–1088, 2019.

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

KIEHL, E.J. **Manual da Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto**. 4ªed. Piracicaba, 173p. 2004.

LEHMANN, S. **Optimizing Urban Material Flows and Waste Streams in Urban Development through Principles of Zero Waste and Sustainable Consumption**. Sustainability, v. 3, n. 12, p. 155–183, 2011.

LEITE, Vitor. **O que a sigla ESG quer dizer sobre uma empresa**. 2021. Disponível em: https://blog.nubank.com.br/esg-o-que-e/. Acesso em 26 out. 2021.

LIMA, J.D. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES). 2002.

LIMA, Pátricia Nunes. **Certificações ambientais e comércio internacional.** Dissertação Pós Graduação (UFSC). 2001.

MATTHEWS, D. H. **Environmental management systems for internal corporate environmental benchmarking**. Benchmarking: An International Journal, v. 10, n. 2, p. 95-106, 2003.

MILLER, F.C. **Composting as a process base don the control of ecologically selective factors**. In: Meeting, F.B. Soil Microb. Ecol., 18: 515- 543. 1992.

MMA, Ministério Meio Ambiente. **Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos. Manual de Orientação**. Brasília, DF. 2017. Disponível em: mma.gov.br. Acesso em: 26 out. 2021.

MONTAGNA, André. **Curso de Capacitação/Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: planejamento e gestão**. Florianópolis: AEQUO: 2012.

MORREL, J.L., GEMON, J.C.; GODIN, P.; JUSTE, C. **Methods for evaluation of the maturity of municipal refuse compost**. In: Gasser, J.K. Composting of agricultural and other wastes. Elsevier. London. p. 56-72. 1985.

MOULT, J. A. et al. **Greenhouse gas emissions of food waste disposal options for UK retailers**. Food Policy, v. 77, n. November 2017, p. 50–58, 2018.

OLIVEIRA, Joelma Lima. ALMEIDA, Ana Beatriz. **Compostagem dos resíduos orgânicos em instituições de ensino: experiências do IFCE - Campus Juazeiro do Norte.** Ceará. 2018.

OLIVEIRA, José Otávio; SERRA, José Roberto. **Benefícios e dificuldades da gestão ambiental com base na ISO 14001 em empresas industriais de São Paulo.** FEB (UNESP). 2010.

ONU. **Sustainable development knowledge platform. United Nations Conference on the Human Environment (Stockholm Conference)**. 2018. Disponível em: https://sustainabledevelopment.un.org/resourcelibrary. Acesso em: 25 outubro 2021.

PEACE, D. W.; TURNER, R. K. **Economics of Natural Resources and the Environment**. 3. ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1990.

PEIXOTO, R.T. dos.G. **Compostagem: opção para o manejo orgânico do solo**. IAPAR. Londrina. 46 p. 1988.

PEREIRA NETO, J.T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo**. UFV. Viçosa. 81 p. 2007.

PEREIRA, Bárbara Silva. **Sistemas experimentais de compostagem de resíduos orgânicos: estudos de caso.** Dissertação Pós Graduação. São Paulo. 2016.

PEROTTO, E. et al. **Environmental performance, indicators and measurement uncertainty in EMS context: a case study**. Journal of Cleaner Production, v. 16, n. 4, p. 517-530, 2008.

PNUD. **Plataforma Agenda 2030**. 2018. Disponível em: http://www.agenda2030.com.br/. Acesso em: 25 outubro de 2021.

PORPINO, G.; LOURENÇO, C. E.; ARAÚJO, C.M.; Bastos, A. **Intercâmbio Brasil – União Europeia sobre desperdício de alimentos. Relatório final de pesquisa**. Brasília: Diálogos Setoriais União Europeia – Brasil. 2018. Disponível em: http:// www.sectordialogues.org/publicacao Acesso em: 03 jun. 2021.

RIFFALDI, R., R.. **Evaluation of compost maturity by means of chemical and microbial analyses. Waste Manage**. Res., 4: 96-387. 1986.

RODRIGUES, M.S.; SILVA, F.C.; BARREIRA, L.P. **Compostagem: reciclagem de resíduos sólidos orgânicos**. In: Spadotto, C.A.; Ribeiro, W. Gestão de Resíduos na agricultura e agroindústria. FEPAF. Botucatu. p. 63-94. 2006.

SHARMA, V.K. **Processing of urban and agroindustrial residues by anaerobic composting: review**. Energ. Convers. Manage., 38: 453-478. 1997.

SILVA, G. C. S.; MEDEIROS, D. D. **Environmental management in Brazilian companies**. Management of Environmental Quality: An International Journal, v. 15, n. 4, p. 380-388, 2004.

TURNER, C. **The thermal inactivation of E. coli in straw and pig manure**. Bioresource Technol., 84: 57-61. 2002.

VALENTE, B.S.; XAVIER, E.G.; MORSELLI, T.B.G.A; JAHNKE, D.S. **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos**. Rio Grande do Sul. 2009.

VIEIRA, Bruno; SUSKI, Cássio Aurélio. **Análise de ciclo de vida dos processos de valorização de resíduos sólidos domiciliares em Florianópolis-SC para redução de gases de efeito estufa**. Congresso Internacional de Engenharia Ambiental (CIEA). Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). 2020.

VIRI, Natalia. **Banco Central traz ESG para a regulação bancária.** 2021. Disponível em: https://www.capitalreset.com/com-novas-resolucoes-bc-traz-esg-para-a-regulacao-bancaria-entenda-%EF%BB%BF/. Acesso em 26 out. 2021.

ZAMBON, Matheus; LUNA, Mônica. **Resíduos Orgânicos Urbanos: Um Olhar Sobre Florianópolis**. Florianópolis. 2016.

ZHU, L.; ZHAO, Y.; ZHANG, W.; ZHOU, H.; CHEN, X.; LI, Y.; WEI, D.; WEI, Z. **Roles of bacterial community in the transformation of organic nitrogen toward enhanced bioavailability during composting with different wastes.** Bioresource Technology, v. 285, 2019.

ZUCCONI, F.; BERTOLDI, M.. **Organic waste stabilization throughout composting and its compatibility with agricultural uses**. In: Wise, D.L. Global bioconversions. CRC Press. Boca Raton. p. 109-137. 1986.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Relação dos estabelecimentos em funcionamento no empreendimento.

NOME ESTABELECIMENTO	PAVIMENTO	SEGMENTO
4Self Cabines Fotográficas	Coqueiros (1º andar)	Fotografia
A Página	Itaguaçu (Andar térreo)	Livraria
A Prime Joalheria e Ótica	Itaguaçu (Andar térreo)	Joalheria e Ótica
Açailand	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Acium	Itaguaçu (Andar térreo)	Joalheria
Acquamar	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
Adidas	Itaguaçu (Andar térreo)	Vestuário
Anacapri	Itaguaçu (Andar térreo)	Calçados
Arcoplex Itaguaçu	Itaguaçu (Andar térreo)	Cinema
Arezzo	Itaguaçu (Andar térreo)	Calçados
Armandu’s	Itaguaçu (Andar térreo)	Revistaria e Tabacaria
B Shoes By Democrata	Itaguaçu (Andar térreo)	Calçados
Banco 24h	Itaguaçu (Andar térreo)	Serviço Bancário
Barbearia VIP	Coqueiros (1º andar)	Estética
Bob’s	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Botoclinic	Coqueiros (1º andar)	Estética
Brisa Mini Mercado	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Bruna Tessaro	Coqueiros (1º andar)	Joalheria
Buh	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
Bulldogs	Coqueiros (1º andar)	Alimentício
Burger King	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
C&A	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
Cacau Show	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício

NOME ESTABELECIMENTO	PAVIMENTO	SEGMENTO
Café Paris	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Café São Paulo	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Camarão a Jato	Coqueiros (1º andar)	Alimentício
Camarão Express	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Camely	Coqueiros (1º andar)	Alimentício
Camicado	Coqueiros (1º andar)	Casa e decoração
Carioca Calçados	Itaguaçu (Andar térreo)	Calçados
Carioca Sports	Itaguaçu (Andar térreo)	Artigos Esportivos
Casa Oriental	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Cellairis	Coqueiros (1º andar)	Eletrônicos
Celular Shop	Itaguaçu (Andar térreo)	Eletrônicos
Centauro	Itaguaçu (Andar térreo)	Artigos Esportivos
Sem Parar	Itaguaçu (Andar térreo)	Utilitários
Chamelle	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
Chilli Beans	Coqueiros (1º andar)	Ótica
Chiquinho Sorvetes	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Claro	Coqueiros (1º andar)	Telefonia
Clube Melissa	Coqueiros (1º andar)	Calçados
Ortobom	Itaguaçu (Andar térreo)	Colchões
Companhia do Homem	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
Confeitaria Chuvisco	Coqueiros (1º andar)	Alimentício
CVC Viagens	Itaguaçu (Andar térreo)	Turismo
D Beauty Club	Coqueiros (1º andar)	Estética
Daniela Rorato	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
Dimpol	Coqueiros (1º andar)	Ótica
Dionelly	Itaguaçu (Andar térreo)	Brinquedos

NOME ESTABELECIMENTO	PAVIMENTO	SEGMENTO
Divina	Itaguaçu (Andar térreo)	Costura e Bordados
Divina Noite	Coqueiros (1º andar)	Pijamas
Dom Piero	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Dudalina	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
Eletrum	Itaguaçu (Andar térreo)	Eletrônicos
Empório Du Homem	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
Espaço Laser	Itaguaçu (Andar térreo)	Estética
Evidência	Itaguaçu (Andar térreo)	Acessórios
Ferrero Cloth Store	Itaguaçu (Andar térreo)	Vestuário
Giraffas	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Griletto	Coqueiros (1º andar)	Alimentício
Grua Sunshine	Itaguaçu (Andar térreo)	Brinquedos
Havaianas	Itaguaçu (Andar térreo)	Calçados
Hering Store	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
Hope	Coqueiros (1º andar)	Moda íntima
IGP	Coqueiros (1º andar)	Serviço Público
Itaguaçu Chaves	Itaguaçu (Andar térreo)	Chaveiro
Itaguaçu Fitness	Estacionamento	Academia
Jamaica	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
Japex	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Johnny Rockets	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Kalunga	Itaguaçu (Andar térreo)	Eletrônicos
Kel Grill	Coqueiros (1º andar)	Alimentício
Kids Park	Coqueiros (1º andar)	Brinquedos
Kopenhagen	Coqueiros (1º andar)	Alimentício
La Pasta	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício

NOME ESTABELECIMENTO	PAVIMENTO	SEGMENTO
Laura Valentina	Coqueiros (1º andar)	Calçados e Bolsas
Léo Cosméticos	Itaguaçu (Andar térreo)	Cosmética
Loft	Itaguaçu (Andar térreo)	Eletrônicos
Lojas Americanas	Itaguaçu (Andar térreo)	Variados
Lupo	Itaguaçu (Andar térreo)	Moda íntima
Martiny Grelharia	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Massa Viva	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Mc Donald's	Coqueiros (1º andar)	Alimentício
Mels Brushes	Itaguaçu (Andar térreo)	Casa e decoração
Mil Bijus	Itaguaçu (Andar térreo)	Acessórios
Milon	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
Mini Kalzone	Coqueiros (1º andar)	Alimentício
Mmartan	Coqueiros (1º andar)	Casa e decoração
Mohala	Itaguaçu (Andar térreo)	Vestuário
Montana Grill	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Morana	Itaguaçu (Andar térreo)	Acessórios
Motorola	Coqueiros (1º andar)	Eletrônicos
Mr. Cat	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
Nação Rubro Negra Floripa	Itaguaçu (Andar térreo)	Vestuário
Nativa Prime	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Noir Sushi	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
O Boticário	Itaguaçu (Andar térreo)	Cosmética
O Brasileirão	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Oi	Coqueiros (1º andar)	Telefonia
Óticas Carol	Coqueiros (1º andar)	Ótica
Parks&Games	Itaguaçu (Andar térreo)	Brinquedos

NOME ESTABELECIMENTO	PAVIMENTO	SEGMENTO
Petz	Itaguaçu (Andar térreo)	Petshop
Pizza Hut	Coqueiros (1º andar)	Alimentício
Polishop	Coqueiros (1º andar)	Eletrônicos
Prime Games	Coqueiros (1º andar)	Eletrônicos
Quatro Ilhas	Itaguaçu (Andar térreo)	Vestuário
Quebra Gelo	Itaguaçu (Andar térreo)	Acessórios
Quevedo	Coqueiros (1º andar)	Joalheria e Ótica
Renner	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
Riachuelo	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
Samsung	Coqueiros (1º andar)	Eletrônicos
Schmidt Pedras	Coqueiros (1º andar)	Joalheria
Sestini	Itaguaçu (Andar térreo)	Acessórios
Side Walk	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
Smart Fit	Itaguaçu (Andar térreo)	Academia
Solopizza	Coqueiros (1º andar)	Alimentício
Someday	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
Sports Nutricion	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Subway	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Superlegal	Itaguaçu (Andar térreo)	Brinquedos
Taco	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
The Coffee	Itaguaçu (Andar térreo)	Alimentício
Thuday Modas	Coqueiros (1º andar)	Vestuário
Tim Celular	Coqueiros (1º andar)	Telefonia
Valenttina	Itaguaçu (Andar térreo)	Vestuário
Vip Loterias	Itaguaçu (Andar térreo)	Lotérica
Vivara	Coqueiros (1º andar)	Joalheria

NOME ESTABELECIMENTO	PAVIMENTO	SEGMENTO
Vivo	Coqueiros (1º andar)	Telefonia
WJ	Coqueiros (1º andar)	Acessórios
World Tennis	Coqueiros (1º andar)	Calçados
Xarannga	Itaguaçu (Andar térreo)	Estética Automotiva
Yes Cosmetics	Itaguaçu (Andar térreo)	Cosmética
Youcom	Itaguaçu (Andar térreo)	Vestuário
Zazulê	Itaguaçu (Andar térreo)	Casa e decoração
Zinzane	Coqueiros (1º andar)	Vestuário

Fonte: Autor, 2021.